



# НАУКА И ЖИЗНЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРАВДА», МОСКВА

Чит

**3**

1973

● Взаимоотношения в системе «человек — природа» должны и могут быть гармоничными — таков принцип социалистического общества ● Изотопный состав урана из месторождения Окло свидетельствует: полтора миллиарда лет назад в центре Габона (Африка) работал естественный атомный реактор ● Разработан и подготовлен к серийному выпуску отечественный 38-дорожечный бытовой магнитофон; время звучания одной кассеты — 12 часов 40 минут.





# ОБЪЕМНАЯ КАРТИНА С ПЛОСКОЙ ПЛЕНКИ

Три изображения хранящейся в Эрмитаже скульптурной группы «Амур и Психея» сделаны не с натуры. Фотограф снял с трех разных точек плоскую пленку с голограммой (верхний левый снимок), на которой изображены скульптуры в обычном понимании вообще нет. Огромный объем информации, записанный на голограмме

при фотографировании объекта в лучах лазера, позволяет в дальнейшем, при просмотре или фотографировании голограммы с разных сторон, получить «эффект заглядывания», получить полную иллюзию объема.

Уникальные снимки опубликованы в международном ежегоднике «Наука и человечество» 1973 года, о котором рассказано на стр. 90 этого номера журнала.

# В н о м е р е :

А. МОНИН, чл.-корр. АН СССР — Турбулентность — явление широкого класса	2
М. МИЛЛИОНЧИКОВ, акад. — Перед техникой стоят вопросы, и на эти вопросы надо отвечать	5
А. ОБУХОВ, акад. — Проблема физическая гидродинамика	7
А. ЯГЛОМ, проф. — Посредники между Солнцем и земной атмосферой	10
Л. ЛОИЦАНСКИЙ, проф. — Новые задачи требуют новых подходов	13
Г. ГЕРТЛЕР, проф. — Мосты прикладного математика	14
Измерения турбулентности	15
Рефераты	16, 81
В. ПЕТРОВ, акад. — Орбитальные лаборатории	18
В эфире «Янтарн»	20
Рассказ о станции «Салют»	26
Маленькие рецензии	32, 90, 124
Новые книги	32
Л. НИКИФОРОВА, науч. сотр. — Первое русское «порцелиновое дело»	33
«Луноход-2»	37
Я. ШНЕЙБЕРГ, канд. техн. наук — Трансформации трансформатора	40
Психологический прантнум 47, 113, 137	
В. КОРБУТ, канд. техн. наук — Технические поля: универсальность, сиорность, комфорт	48
Парад сельскохозяйственных машин	50
Охрана природы — всенародное дело	52—67
В. СОКОЛОВ, чл.-корр. АН СССР — Смысл заповедей	53
Н. МЕЛЬНИКОВ, акад. — Бережное отношение к земным недрам	56
Г. СИДОРЕНКО, проф. — Человек в городе	58
А. ГИДИН, проф. — Чистая вода	61
Л. КАМЫШЕВА — Озеро — это маленькое море	63
В. РАДЧЕНКО — Возрожденная традиция	68
В. БОРОДУЛИН, канд. мед. наук — Рентгенограмма на бумаге	70
Ю. ШИШИНА — Память биосферы	72
Дж. БАРОЛЬДИ, проф. — Инфаркт сердца: атеросклероз не может быть его причиной	78
Хозяин на заметку	80
В. КУРЛЯДСКИЙ, докт. мед. наук — Химия полости рта	82
Кунстшмер	83, 146
В. МЕДНИКОВ, канд. биол. наук — Дарвинизм XX века	84
Развлечения не без пользы	91
Н. ЗЫКОВ — Непривычное в привычном	92
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации)	97
Ю. ШАПОШНИКОВ — Тренировка гниости	101
Д. ДАНИН — Нильс Бор	102
В. САЛО, канд. фармацевт. наук — И сахара бывают горькими	114

Фонусы	115
Домашнему мастеру. Советы	116
Б. ПЕТРОВ — Встречи с первой напелью	117
Валентин АЗЕРНИКОВ — «Середи дипити»	124
Лун ПЕРГО — Гибельное изумление	128
А. КИВАЛЬЧИЧ — Морж на острове Врангеля	131
А. ВИНОВАТОВ, канд. ист. наук — Первобытные ювелиры	132
А. АЗИМОВ — Животное — зоопари	135
Наш друг — бег	138
Магнитофон-автомат	139
К. ЛАЧЕВ — Загадки Родопских сил	140
Зооуголон на дому	141
К. КАСЬЯНОВА — Знаи лозоходца	143
А. КАПИЦА, чл.-корр. АН СССР — Из африканского дневника	150
Шахматы без шахмат	156
Ответы на решения	158
А. СТРИЖЕВ, фенолог — Ветренница белая	160

## НА ОБЛОЖКЕ:

- 1-я стр. — Фотография участка атмосферы (снимок сделан со спутника); вверху хорошо виден атмосферный вихрь (см. подборку статей «Турбулентность»).
- Внизу. Сахарница. Работа Д. И. Виноградова. 1952 год. Фото В. Приймченко к статье «Первое русское «порцелиновое дело».
- 2-я стр. — Фотодокументы науки и техники. Объемная картина с плоской пленки (см. ст. на стр. 90).
- 3-я стр. — Ветренница белая (дубравная). Фото Н. Константинова.
- 4-я стр. — Лежбище моржей на острове Врангеля. Фото А. Кивальчица (см. ст. на стр. 131).

## НА ВКЛАДКАХ:

- 1-я стр. — «Бриз» — аппарат на воздушной подушке для поездок по суше и по воде. Фото В. Корзина.
- 2—3-я стр. — Измерения турбулентности. Рис. О. Рено к подборке статей «Турбулентность».
- 4-я стр. — Первый русский фарфор. Фото В. Приймченко (см. ст. на стр. 33).
- 5-я стр. — Синтетические обон: варианты использования (см. ст. на стр. 92).
- 6—7-я стр. — СЭВ: сельскохозяйственное машиностроение. Рис. М. Авьянова.
- 8-я стр. — БИНТИ.

# Н А У К А И Ж И З Н Ь

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

М А Р Т

№ 3

Издается с сентября 1934 года

1973

# Т У Р Б У Л Е

Рождение вихрей в жидкостях и газах, их беспорядочные перемещения, затухание и гибель одних вихрей и появление других... Хаос больших и малых вихрей, целой иерархии вихрей... Такова физическая картина турбулентного течения — одного из самых распространенных и притом одного из наиболее сложных видов движения жидкостей и газов.

Спокойное, устойчивое течение — ламинарное — в природе осуществляется крайне редко, разве что в кровеносных сосудах. Течения воды в океанах и атмосферные ветры, вихревые следы за лопаткой турбины и потоки вулканической лавы, движения водорода и гелия в недрах Солнца и потоки нефти в трубопроводах; течения в атмосфере, в океанах, морях, реках, в трубопроводах, насосах, печах, в аппаратах химической технологии — словом, и в природе и в технике почти всегда движения жидкостей и газов турбулентно. Познавать его законы, дать практике методы точного расчета — это значит повысить эффективность тысяч и тысяч всевозможных технологических процессов, открыть новые пути создания еще более производительных процессов, сделать надежнее прогноз погоды, продвинуть работы по управлению климатом. Вот почему проблема турбулентности, изучением которой наука занята уже более ста лет, продолжает оставаться и ныне в центре ее внимания. Показательно, что на недавно состоявшемся крупнейшем мировом форуме ученых — на XIII Международном конгрессе по теоретической и прикладной механике (Москва, август 1972 г.) — проблеме турбулентности было посвящено, пожалуй, больше всего докладов, сообщений, выступлений.

Наши специальные корреспонденты С. Кипнис и Ю. Побожий попросили ученых, известных своими фундаментальными работами по проблеме турбулентности, рассказать о ее содержании, о разных подходах в преодолении трудностей, стоящих на пути создания завершейной теории этого явления, разработки методов расчета, отвечающих требованиям практики.

В беседе приняли участие: вице-президент Академии наук СССР академик Михаил Дмитриевич МИЛЛИОНЩИКОВ, директор Института физики атмосферы АН СССР академик Александр Михайлович ОБУХОВ, директор Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР член-корреспондент Академии наук СССР Андрей Сергеевич МОНИН, заведующий отделом атмосферной турбулентности Института физики атмосферы АН СССР профессор, доктор физико-математических наук Акива Моисеевич ЯГЛОМ, президент Международного союза по теоретической и прикладной механике профессор Фрейбургского университета Генри ГЕРТЛЕР (ФРГ) и заведующий кафедрой гидроаэродинамики Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина профессор, доктор физико-математических наук Лев Герасимович ЛОЙЦАНСКИЙ.

## ЯВЛЕНИЕ ШИРОКОГО КЛАССА

Член-корреспондент АН СССР А. МОНИН.

Движения жидкостей и газов делятся на два резко различных вида. Первый — это спокойные и плавные, ламинарные течения, которые можно наблюдать очень редко — например, в тонких капиллярных трубках (движение крови) или при движении очень вязких жидкостей (таких, как подсолнечное масло, мед, сахарный сироп). Другой вид — турбулентное движение.

Большинство течений жидкостей и газов в природе (в атмосфере, реках и морях) и в технике (в трубах, струях и пограничных слоях около твердых тел) турбулентно. Если поместить в такой поток датчик скорости течения, то он покажет, что скорость в точке наблюдения испытывает беспорядочные колебания — флуктуирует. Эти флуктуации скорости, а также давления, температуры,



# Н Т Н О С Т Ь

плотности и других характеристик движущейся жидкости и называют турбулентностью. Физически они обусловлены тем, что в потоке все время образуются, перемещаются и затухают вихри самых разных размеров.

Для решения очень многих задач естествознания и техники важно уметь рассчитывать количественные характеристики турбулентных течений. Так, одним из наиболее распространенных процессов всей современной техники является перекачка жидкостей и газов по трубам. При расчете любых трубопроводов для транспортировки всевозможных жидкостей (воды, нефти и др.), газа и пара, при конструировании гигантских заводов для разделения изотопов урана методом газовой диффузии, расчете устройств теплосъема с атомных реакторов и МГД-генераторов, при проектировании большинства предприятий химической и пищевой промышленности и т. д. необходимо получить ответ на вопрос: какой перепад давлений на концах трубы обеспечит заданный расход жидкости или газа?

На первый взгляд вопрос этот очень прост. Но только на первый взгляд.

В действительности проблема эта исключительно сложна. Известный физик Ричард Фейнман назвал ее задачей номер один современной физики.

Какое сопротивление встретят самолет или ракета в воздухе, подводная лодка или торпеда в воде? Как быстро будет отдавать тепло через стенки трубы текущая по ней нагретая жидкость или газ? Какой высоты нужно построить фабричную трубу, чтобы концентрация выбрасываемых газов не превышала у поверхности Земли установленной нормы? Как будут распространяться в атмосфере и в океане радиоактивные вещества после атомного взрыва? Как будут рассеиваться на ионосферных слоях радиоволны? Каково трение ветра о поверхность суши и моря? Как тепло и влага передаются от поверхности Земли атмосфере? Современная техника и наука ставят множество подобных вопросов. И за каждым из них — задача по расчету турбулентных течений.

Попытки создать строгую математическую модель турбулентности приводят к незамкнутой системе уравнений — неизвестных больше, чем уравнений. Их не хватает потому, что к тем величинам, которых вполне достаточно для описания ламинарного потока (давление, три компоненты вектора скорости, а если речь идет о газе — и плотность), добавляется шесть новых членов. Они описывают перенос количества движения за счет турбулентных пульсаций скорости и называются напряжениями Рейнольдса (по-

скольку турбулентные пульсации оказывают тормозящее действие на поток).

Если число известных равно числу уравнений, дело сводится к математике. Если же число неизвестных превышает число уравнений — математически задача не сформулирована.

Как же замкнуть, сделать разрешимой систему уравнений турбулентного движения?

Хаотическое движение разнообразных вихрей в турбулентном течении во многом похоже на хаотическое движение молекул жидкости или газа. Следуя философии Лапласа, в принципе можно рассчитать движение всех молекул при помощи уравнений механики частиц. Поддается расчету и движение всех турбулентных вихрей при помощи уравнений гидродинамики. Но в обоих случаях практически это неосуществимо. Да и не нужно, так как реальный интерес представляют лишь средние эффекты внутренних движений — такие, например, как давление газа в молекулярной теории, а для турбулентных течений — законы сопротивления и теплообмена.

Поэтому в подобных вопросах наиболее плодотворным оказывается статистическое описание внутренних движений: молекулярного хаоса — в кинетической теории газов и жидкостей, флуктуаций гидродинамических характеристик — в теории турбулентности.

По аналогии со статистическим описанием молекулярных эффектов для описания турбулентности можно ввести понятия о турбулентной вязкости, теплопроводности и диффузии. На их использовании основаны так называемые полуэмпирические теории турбулентности, впервые развитые в 20-х годах текущего столетия в работах Джерфри Тэйлора, Людвига Прандтля и Теодора Кармана.

Суть этих теорий такова: выделить некоторые средние характеристики турбулентного потока (скорости, температуры, давления и т. п.), вокруг которых хаотические пульсируют истинные значения; статистические характеристики пульсаций подчинить каким-то закономерностям, общая форма которых находится из качественных рассуждений или из соображений симметрии, без детального анализа механизма явления.

Основателям полуэмпирических теорий в этом помогли аналогии с кинетической теорией газов, с представлениями о газе как о гигантском скоплении соударяющихся шариков-молекул. Например, если там речь идет о длине свободного пробега молекулы, о средней величине расстояния, которое молекула проходит от столкновения до столкновения, то, рассуждая о турбулентности, видимо, можно говорить о пути, на котором первоначально единое скопление частиц

окончательно распадается, рассасывается, — о «пути смещения» (как называл его Прандтль). Такие наглядные образы приводили к связям дополнительных неизвестных (таким, как напряжение Рейнольдса) со средними величинами; связи эти содержали неопределенные коэффициенты, для нахождения которых использовались измерения. Незамкнутая система уравнений по-прежнему подобными равенствами (слева — опытный коэффициент, справа — комбинация физических величин), число уравнений получалось равным числу неизвестных.

Полуэмпирические теории имеют приближенный характер, но они удобны для инженерных расчетов и поэтому продолжают развиваться и сейчас. В последние годы, например, академик М. Д. Миллионщиков достиг значительного совершенства в полуэмпирическом описании турбулентных течений в трубах.

Точные уравнения для полного статистического описания турбулентности были построены в 1924 году советскими учеными А. А. Фридрихом и Л. В. Келлером. Главная сложность этих уравнений заключается в том, что они образуют бесконечную цепочку. Уравнения имеют наиболее простой вид (но все же остаются бесконечной системой) в частном случае так называемой изотропной турбулентности. Это понятие введено в 1935 году Джеффри Тэйлором, чтобы выделить такой вид турбулентности, когда ее статистические характеристики одинаковы во всех точках и по всем направлениям в пространстве (турбулентность почти такого вида наблюдается в аэродинамических трубах за вставленными в поток решетками из тонких прутьев). Важные результаты по теории изотропной турбулентности были получены профессором Л. Г. Лойцяким, академиком Л. И. Седовым и М. Д. Миллионщиковым (предложившим полезный приближенный способ получения конечного числа уравнений из бесконечной цепочки Фридриха — Келлера).

Изотропная турбулентность казалась довольно абстрактным понятием, пока в 1941 году академик А. Н. Колмогоров не показал,

что таковой является совокупность достаточно мелких вихрей в каждом турбулентном течении с очень большим числом Рейнольдса. Он предположил, что статистические характеристики таких вихрей определяются только скоростью перехода к ним энергии от более крупных вихрей, а для самых мелких вихрей — также вязкостью жидкости (идея о передаче энергии от крупных вихрей к мелким задолго до этого высказывалась в качественной форме английским математиком Льюисом Ричардсоном). Это позволило рассчитывать характеристики мелкомасштабной турбулентности без уравнений Фридриха — Келлера. Так, например, средний квадрат флюктуаций разности скоростей в двух близких точках течения оказывается пропорциональным расстоянию между точками в степени две трети. Этот «закон двух третей» был открыт А. Н. Колмогоровым.

Определенному масштабу вихрей соответствует определенная кинетическая энергия — этот факт описывается энергетическим спектром турбулентности. Академик А. М. Обухова сформулировал закон Колмогорова в терминах распределения энергии между вихрями разных размеров. Законы, открытые А. Н. Колмогоровым и А. М. Обуховым буквально «на кончике пера», оказались имеющими фундаментальное значение и нашли многочисленные экспериментальные подтверждения и применения.

А. М. Обухов и автору этих строк удалось выяснить особенности турбулентности на стратифицированных (разделенных на слои разных плотностей) жидкостях и газах. Здесь существенную роль играют архимедовы силы и флюктуации плотности. Результаты оказались особенно важными для описания турбулентности в атмосфере и океане.

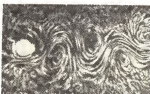
Проблема полного статистического описания турбулентных течений жидкостей и газов еще окончательно не решена. Дальнейшие исследования позволяют нам еще лучше понять природу этого явления и дать естествоиспытателям и инженерам более совершенные методы расчета этих течений.

## ● ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ПЫТЛИВЫХ ЧИТАТЕЛЕЙ



Струйка дыма от сигареты... На некоторой высоте ровная волоконистая струя начинает изгибаться, клубиться и таять. Это наглядный пример перерождения потока ламинарного в турбулентный: упорядоченное, плавное течение газа (или жидкости) теряет устойчивость, искажается и становится неупорядоченным, хаотическим. То же явление можно воспроизвести, размешивая, например, кофе в чашке.

Однако, как говорится, не все то рыба, что плавает. Не все то турбулентность, что вихри.



# ПЕРЕД ТЕХНИКОЙ СТОЯТ ВОПРОСЫ, И НА ЭТИ ВОПРОСЫ НАДО ОТВЕЧАТЬ

Академик М. МИЛЛИОНЩИКОВ.

Турбулентность изучают уже около ста лет: первые научные результаты начинают появляться в восьмидесятих годах прошлого века. Этой проблеме посвящали свои усилия многие выдающиеся ученые, ею и сегодня занимаются громадные научные коллективы. И, несмотря на это, здесь еще много нерешенного.

Поле теоретических воззрений на проблему турбулентности необычайно широко — таким оно и предстало, например, на последнем, XIII конгрессе по теоретической и прикладной механике (Москва, август 1972 года). Это многообразие свидетельствует о том, что современная наука имеет возможность подходить к проблеме турбулентности с разных точек зрения, освещая разные аспекты этой проблемы. Наука стремится ответить на наиболее насущные вопросы происхождения турбулентности, ее структуры и тех общих закономерностей, знание которых позволит давать точные рекомендации практикам.

Чтобы выкинуть в суть различных подходов к решению проблемы турбулентности, свершим небольшой экскурс в историю гидродинамики.

Еще в конце XVIII века Леонард Эйлер вывел уравнения движения жидкости, пренебрегая ее вязкостью. Уравнения движения вязкой жидкости, так называемые уравнения Навье — Стокса, были получены полвека спустя.

Если из этих уравнений наряду со скоростью и давлением надо определить вязкость, то мы оказываемся в сложной ситуа-

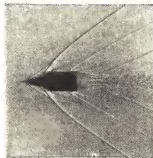
ции: число неизвестных превышает число уравнений. (Именно таково положение с уравнениями, описывающими турбулентное движение, — эта система уравнений не замкнута и потому не имеет однозначного решения.) Можно попытаться вычислить вязкость жидкости, рассматривая движение отдельных молекул и их взаимные столкновения. Но для этого должна быть построена модель частиц, которые соударяются, принята какая-то схема соударений — двойных, тройных, множественных. А что делать, если такие модели мы пока не можем построить? Идти путем, давно принятым в гидродинамике: исходить из экспериментальных данных, определять вязкость опытным путем для каждой жидкости.

Может быть, нам не надо сетовать на то, что и в теории турбулентности, построенной таким же образом, появятся несколько констант, которые придется находить из опыта, если их будет не слишком много. Кстати сказать, именно так и идет развитие многих областей физики. Например, элементарные частицы изучаются не путем понимания и измерения отдельных частиц, а исследуются интегральные эффекты, и по интегральным характеристикам вещества судят о его микроструктуре.

Мне кажется, и в проблеме турбулентности следует более внимательно посмотреть, не вытекает ли возможность построить модель течения из тех измерений, когда изучаются не корреляции (связи) между теми или иными величинами в одной или несколь-

Специалисты называют такой узор «дорожкой Кармана» (в честь ученого, впервые описавшего подобную цепочку вихрей). Она возникает за телом, обтекаемым потоком жидкости. Эта картинка вполне упорядочена; выведены формулы, которые описывают регулярные пути отдельных частиц. Совсем другое дело — турбулентный поток: в какой-то момент времени две частицы могли бы соседями, а потом могли разойтись сколь угодно далеко; их траектории не связаны между собой никакой простой закономерностью.

И все-таки дорожка Кармана не зря упомянута здесь. Вихри, из которых она сложена, — характерная деталь турбулентного пото-



ка. Но сама вихревая дорожка — состояние предтурбулентное.

Увеличилась скорость обтекания, потеряна устойчивость, и узор вихрей смят: за летящей пулей след уже турбулентный.

Насос гонит по трубам воду. Чем больше давление, тем выше расход воды — прямая пропорциональность. Но соблюдается она лишь до определенных значений скорости: пока поток не теряет устойчивости и не станет турбулентным. А

ких соседних точках, а распределение осредненных скоростей, ве пульсации, а интегральный коэффициент сопротивления.

Во время конгресса механиков, который я уже упоминал, была проведена пресс-конференция по проблеме турбулентности. Там был, в частности, задан вопрос: а не настало ли время, когда для решения проблемы турбулентности вполне достаточно опытных данных и нет необходимости накапывать далее экспериментальные материалы? Я отвечаю на этот вопрос следующим образом. Прежде всего никогда не следует отделять теорию от эксперимента. Никакая теория не идет от чистого разума. Наука всегда экспериментальна. Мы как-то обсуждали с известным физиком, профессором Альвенем, вопрос, каждая ли наука экспериментальна. И он весьма остроумно заметил: «Я знаю только одну не экспериментальную науку» — это теология. Все остальные науки — экспериментальные. По-моему, пока будет развиваться учение о турбулентности, его будут питать два источника — теория и эксперимент. И действовать они будут по схеме «пуш-пул», «тяни-толкай»: то будет опережать теория, то эксперимент, но это два совершенно необходимых и органически связанных начала любой подлинной науки, в том числе и науки о турбулентности.

Можно точно указать области этой проблемы, которые требуют проведения экспериментальных работ, и притом очень серьезных. Я бы даже сказал, что всегда нужно иметь большой экспериментальный задел, и в настоящее время наука о турбулентности очень серьезно нуждается в нем.

Мы сталкиваемся с большими трудностями в изучении турбулентных явлений. Но перед техникой стоят вопросы, и на эти вопросы надо отвечать. Поэтому ведется большая экспериментальная работа. И, по-видимому, надо не только искать чисто теоретические пути решения проблемы, но и своевременно подхватывать экспериментальные результаты, пытаться извлечь из них нужную для техники информацию.

Мы многое уже начали понимать. Можем

давать определенные рекомендации инженерам-гидравликам. Но даже и в вопросах гидравлики, например, в вопросах, связанных с сопротивлением шероховатых труб, еще остаются проблемы, которые надо дополнительно обследовать и экспериментально и теоретически. Без этого мы не можем удовлетворить запросы практиков, которым приходится проводить все более и более тонкие расчеты сопротивления, расчеты по тепло- и массообмену. Причем требования новой техники к точности, надежности таких расчетов становятся жестче и жестче.

Расчеты по тепло- и массообмену — это очень важная для современной техники проблема. Положение до последнего времени было таким, что приходилось пользоваться одной формулой для расчета теплообмена на стенке трубы, по которой протекает жидкий металл. Другой формулой — для случая, когда по трубе протекает смазочное масло, третьей — когда в трубе воздух. Иногда удавалось охватить одной формулой несколько веществ — скажем, от смазочного масла до нефти.

Сейчас, мне кажется, появилась возможность (соответствующие результаты наших работ уже опубликованы) рассчитывать подобные процессы по одной формуле для всех жидкостей, начиная от электролитов и кончая жидкими металлами.

В расчетах по нашей формуле не пользуются ни одной константой, полученной из теплового эксперимента, а только опытными константами, найденными из гидравлического эксперимента. Это справедливо в тех случаях, когда теплообмен увеличивается в точном соответствии с тем, насколько повышается сопротивление, но не больше, то есть турбулизация потока никакого дополнительного эффекта не привносит. Простые и достаточно надежные расчеты показывают, как можно интенсифицировать тепло- и массообмен с помощью специальных перемещающих устройств.

Мне кажется, эти методы станут существенным подспорьем инженерам и всем тем, кто заинтересован в понимании процессов обмена.

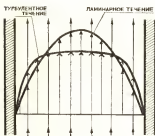


График слева рассказывает о том, что произошло в трубе. Покуда течение было ламинарным, скорость от стенок трубы к оси менялась по параболическому закону — от нуля (в силу вязкости жидкость «прилипает» к стенкам) до некоторого максимального значения. Когда течение стало турбулентным, профиль средних скоростей уплощается. При том же расходе (он равен площади под кривой распределения скоростей) перепад скорости у стенки становится более резким. А сила вязкого трения жидкости, которую

и преодолевает насос, толкающий жидкость через трубу, тем больше, чем резче наклон кривой распределения скоростей (этот фундаментальный факт, открытый Ньютоном, лежит в основе гидродинамики вязких жидкостей). Вот и получается, что при одном и том же расходе жидкости «труднее течь» по трубам в турбулентном режиме, чем в ламинарном.

потом, чтобы протолкнуть воду по трубам, доставить ее потребителям, давление придется наращивать пропорционально почти квадрату расхода.

В турбулентный поток урони каплю краски. На рисунке видно, что стало с ней через секунду, две. Че-

# П Р О Б Л Е М А ФИЗИЧЕСКОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Академик А. ОБУХОВ.

Специфика очень трудной проблемы турбулентности заключается в том, что это не есть проблема только математической физики, когда дело сводится к поискам способов решения какого-то известного уравнения, описывающего явление.

Речь идет о проблеме физической гидродинамики, при решении которой должны органически сочетаться методы механики сплошных сред, математического анализа и статистики. Это сочетание требует большой изобретательности, и к тому же каждый частный результат здесь надо обязательно проверить экспериментально. Поэтому мы не должны жаловаться, что кем-то не написан труд, позволяющий объяснить все особенности турбулентных течений. Каждая работа что-то проясняет, но в то же время ставит какие-то новые вопросы, и, таким образом, исследование продолжается.

Теория турбулентности в нынешнем ее состоянии во многом напоминает квантовую теорию полей, аппарат которой еще не развит в той мере, которая могла бы удовлетворить физиков. Если взять более близкую нам область теоретической физики, то можно указать на статистическую теорию жидкостей — она тоже еще не построена,

хотя кинетической (статистической) теорией газов пользуются с конца прошлого века.

Мы не сомневаемся, что при изучении турбулентности надо исходить из уравнений гидродинамики, то есть из законов Ньютона, примененных к сплошным средам. Вопрос состоит в том, как описать механизм преобразования энергии в турбулентном потоке, как для его исследования в нужной дозе применить статистику, не затеяв при этом механической стороны дела.

В турбулентном потоке поле скоростей устанавливается случайным образом: оно хаотически меняется во времени и не определяется однозначно внешними условиями. Поэтому для исследования турбулентных течений требуется особый статистический аппарат, с помощью которого можно анализировать распределения вероятностей, соответствующие тому или иному полю скоростей турбулентного потока. Такой аппарат носит название теории случайных полей. Сама эта теория начала развиваться относительно недавно — лет тридцать назад.

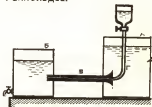
Проблема турбулентности трудна и волнующа для любого физика тем, что для



рез некоторое время капля полностью перемешается с окружающей жидкостью. При перемешивании частицы не только перемещаются сами по себе — они переносят и тепло, которым обладают. Так осуществляется гораздо более эффективный (по сравнению с молекулярным) турбулентный перенос тепла, вещества, количества движения.

Так при каких же условиях наступает турбулентность? Первые разъяснения по этому поводу дал в 1883 году английский физик Осборн Рейнольдс. Переход из ламинарного режима в турбулентный совершается при достаточно больших скоростях (вспомните пример с пулей) и при достаточно больших масштабах явления (например, струйка дыма ломается, уйдя достаточно далеко от кончика сигареты). Конечно, существенны и качества самой среды — плотность и вязкость. Эти четыре пара-

метра ученый объединил в одно соотношение (не имеющее размерности), называемое теперь числом Рейнольдса.



На такой установке проводил свои опыты Рейнольдс. Из бака А в бак В по круглой трубке В течет жидкость. По трубке Г в

описания турбулентного потока нет замкнутой системы уравнений. Именно с этим обстоятельством связано мнение (которое разделяют многие крупные современные физики), что турбулентность представляет собой самую большую физическую загадку, оставшуюся еще не решенной. Отсутствие замкнутой системы уравнений надо как-то компенсировать. Именно поэтому очень большую роль приобретают полумышрические гипотезы. Это, по существу, некие связи между физическими характеристиками явления, которые устанавливаются из качественных соображений, но не могут быть строго доказаны, а должны проверяться на опыте.

Громадную роль при этом играют соображения теории размерностей и теории подобия, а говоря более общо — соображения симметрии, которые в физике сейчас приобретают огромное значение. Именно они дают ключ к тому, в какой форме надо искать дополнительные соотношения, благодаря которым уравнения турбулентного потока станут замкнутыми, разрешимыми.

Учет соображений симметрии позволяет отобрать разумные подходы, которые «работают» при решении целого ряда конкретных задач. Ситуация здесь напоминает поиски закономерностей, которым подчиняется спектр элементарных частиц. Там сейчас, по существу, тоже нет никаких надежных основ, кроме соображений симметрии.

Ради наглядности обратимся к примерам. Представьте неограниченное ровное, покрытое травой поле, над которым дует ветер. При этом на фиксированной высоте физические свойства турбулентного потока, его статические характеристики, очевидно, от точки к точке меняться не будут. В этом случае существенно будет лишь высота точки наблюдения. В таком случае говорят о двумерной однородности, двумерной симметрии. Вот такой симметрией мы всегда пользуемся. Уравнения при этом значительно упрощаются.

Теперь о подобии. Оказывается, что течение вязкой жидкости (или газа) можно вос-

произвести с сохранением всех деталей, произвольно «растянув» оси координат и изменив только вязкость. Это можно показать, анализируя уравнения гидродинамики: они допускают преобразования подобия, при которых все остается на месте, кроме вязкости. Таким образом, мы знаем, при каких преобразованиях сами уравнения гидродинамики сохраняются, не меняя форму. Если речь идет о законах крупномасштабной турбулентности вдали от стенки, то на них вязкость не должна влиять и, следовательно, они должны также допускать преобразования подобия. Итак, законы турбулентности (как их установить — для нас еще непонятно) должны обладать теми же свойствами неизменности по отношению к некоторым преобразованиям, что и сами исходные уравнения. И это подтверждается на опыте. Только лужно знать, какие факторы являются главными, какие — второстепенными, то есть не играющими заметной роли.

Роль соображений симметрии можно проиллюстрировать частным результатом, который совсем не является тривиальным. Обратимся к тому же примеру с ветром над ровным полем. Поставим вопрос: как будет изменяться скорость ветра с высотой? Опуская довольно сложные рассуждения, отметим, что из одних только соображений подобия можно заключить: единственная формула, которая сохраняется при преобразованиях подобия, — это логарифмическая. Значит, скорость ветра меняется с высотой по логарифмическому закону, то есть профиль скорости ветра имеет такой вид: логарифм высоты, умноженной на какую-то константу. Разумеется, из соображений подобия определить эту константу принципиально нельзя; ее лужно найти опытным путем. Эта эмпирическая константа — так называемая постоянная Кармана — была определена (в системе единиц, в которой она безразмерна, то есть является просто числом) и оказалась равной 0,4.

С открытия этого логарифмического закона для средней скорости, собственно, и начались полумышрические теории турбу-

нее вводится краситель, форма струйки которого позволяет судить о состоянии потока. Окрашенная струйка — жидкий аналог струйки дыма от сигареты. Однако в отличие от упражнения с сигаретой в этом эксперименте можно проводить строгие измерения, например, определять число Рейнольдса.

Когда оно мало, окрашенная струйка ровная, как натянутая струна; течение ламинарное. Если в бак А подлить воды, скорость потока в трубе В возрастет — увеличится и число Рейнольдса. И вот уже

струйка задрожала, словно в предчувствии неустойчивости, — число Рейнольдса близко к критическому. Критическое число Рейнольдса превзойдено — течение турбулентное.

Итак, чем больше число Рейнольдса, тем поток более склонен к турбулентности — малейшие возмущения порождают хаос. И, наоборот, при достаточно малых числах Рейнольдса, как ни будоражь поток, он останется ламинарным.

Что же характеризует такое число Рейнольдса? Какого его физический смысл? Развитие турбулентности —

это противоборство двух сил: сил инерции и сил вязкости. Первые увлекают и сталкивают друг с другом частицы жидкости. Вторые подтрамбовывают относительное движение частиц и тем самым пытаются сдержать их беспорядочные порывы, сгладить поток. Число Рейнольдса позволяет сравнить силы инерции и силы вязкости, выразить количественно их отношение. Когда первые берут верх над вторыми — возникает турбулентность. Чем больше масштабы течения и его скорость — тем больше число Рейнольдса. Масштабы тече-



лентного движения. Предсказать заранее такой закон было совсем не так просто. В самом деле, при чем тут логарифм, какое он имеет отношение к скорости ветра?

Мы уже сказали, что в формулу логарифмического распределения скорости ветра по высоте входит постоянная Кармана. И вот чего ждут от нас если не современники, то, во всяком случае, потомки, — это определить значение данной константы теоретически. Я думаю, что при жизни нашего поколения такого не произойдет, но есть специалисты, которые считают, что не за горами то время, когда постоянная Кармана будет выражена в виде решения какого-нибудь трансцендентного уравнения, и это будет указывать на появление полноценной физической теории турбулентности. Однако пока что сделать это еще никому не удалось. Но инженеров это мало смущает — они знают, чему равна постоянная Кармана, и с успехом используют ее эмпирическое значение в практических расчетах.

Подобное случалось в науке. Когда-то в глубокой древности геометры определяли отношение длины окружности к диаметру с помощью веревочки, опытным путем устанавливали зависимость площади круга от радиуса и строили великодушные колонны, умея заранее рассчитать, сколько материала для этого потребуется. Впоследствии математики научились определять число «пи» с любой степенью точности. Проводя очевидную аналогию, можно спросить: а так ли уж важно, когда будет аналитически определена постоянная Кармана? Конечно, с точки зрения теоретической это было бы блестяще. Если будет найдена замкнутая система уравнений турбулентного потока, хотя бы для пристеночного слоя (когда поток обтекает тело или стенку), то постоянная Кармана определится сама собой. А пока что это просто эмпирическая константа, и те полезные выводы, которые мы получаем и используем в механике и в геофизике, вытекают из общих гообразений подобия, но без замкнутой системы уравнений.

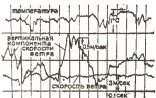
Решение уравнений турбулентности можно паить, только наметив какие-то новые подходы к проблеме. Их поиск, как уже говорилось, ведется в ходе разносторонних конкретных исследований.

В последние годы все шире стал развиваться метод построения математических моделей, доступных аналитическому исследованию. Система уравнений, образующая такую модель, похожа на классические уравнения гидродинамики. Такие упрощенные системы допускают аналитическое исследование. Оно проводится, чтобы выяснить основные вопросы проблемы турбулентности, например, как представить нелинейный механизм передачи энергии от потока в целом вихрям все меньшего масштаба.

Первая модель такого рода, содержащая квадратичные слагаемые (как в уравнениях Навье — Стокса), была построена голландским ученым Бюргерсом и описана им в 1938 году. На XIII Международном конгрессе по теоретической и прикладной механике я докладывал о многомасштабной модели — системе дифференциальных уравнений, по своим свойствам напоминающей в основных чертах уравнения движения реальной жидкости (нелинейностью и существованием интеграла энергии). Оказывается, что в рамках нелинейных моделей уже кое-что можно сказать о механизме превращения энергии, построить такие системы типа цепочек (то есть такого вида, когда величина, определяемая первым уравнением, входит во второе, определяемая вторым — в третье и т. д.), которые показывают, как распределяется энергия между возмущениями (вихрями) различных масштабов. Такие нелинейные механизмы сейчас исследуются учеными разных стран. Для этого применяют, в частности, цифровые и аналоговые вычислительные машины; бесконечную систему уравнений, разумеется, «урежут» до конечной. Я думаю, что такие исследования наиболее простых механизмов преобразования энергии на моделях с конечным числом степеней свободы тоже важны. Нели-

ний в атмосфере и океане всегда много больше, чем в технических устройствах, поэтому особенно большие числа Рейнольдса встречаются в природных турбулентных течениях.

Это показания метеорологических датчиков — графи-



ческий рассказ о том, как в одной и той же точке пространства менялись со временем горизонтальная и вертикальная составляющие скорости воздуха, его температура. Подъемы и спады кривых ни в коей мере не согласованы между собой. В разных точках пространства беспорядочные колебания скорости и температуры тоже не связаны никаким сходством.

Из крупных завихрений рождаются мелкие завихрения, питающиеся за счет их

скорости; мелкие завихрения рождают еще меньшие завихрения и так далее до начала действия вязкости. Таков перевод четверостишия, которое принадлежит перу английского математика Л. Ричардсона. В поэтической форме он описывает сущность развития турбулентности — своеобразной иерархии вихрей.

*Big whirls have little whirls,  
Which feed on their velocity;  
Little whirls have smaller whirls,  
And so on, 'til infinitesimally.*



нейность уравнений здесь не помеха. Для сравнения скажу, что сейчас имеется, например, много работ по нелинейным процессам в плазме. Эти работы свидетельствуют, в частности, о том, что нелинейностей не следует пугаться, их можно изучать для начала на простейших моделях, а при усложнении моделей — на электронных вычислительных машинах, что в настоящее время и является одним из новых направлений.

Кроме того, мы сейчас в нашем институте

строим совсем простые модели, которые позволяют продемонстрировать и понять свойства гидродинамической неустойчивости — главной причины возникновения турбулентности. В целом эта проблема очень трудна в математическом плане. Но, оказывается, можно реализовать в лабораторных условиях довольно простые случаи гидродинамической неустойчивости, что представляет несомненный интерес с точки зрения познания общих закономерностей явления.

## ПОСРЕДНИК МЕЖДУ СОЛНЦЕМ И ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРОЙ

Профессор А. ЯГЛОМ.

В нашем институте изучаются течения в атмосфере, которую еще в 1934 году знаменитый механик Т. Карман назвал гигантской природной лабораторией по исследованию турбулентности. В атмосфере мы практически всегда имеем дело с турбулентными движениями. Ламинарное течение атмосферного воздуха — явление крайне редкое и может наблюдаться только в виде исключения, при большой устойчивости воздушного потока над очень гладкими поверхностями, например, ночью над тихим озером.

Где бы ни возникала турбулентность — в атмосфере, в аэродинамической трубе или в любом другом техническом устройстве, — ей присуща фундаментальная статистическая закономерность, так называемая иерархия вихрей: в турбулентном потоке за счет его кинетической энергии возникают крупномасштабные вихри, которые теряют устойчивость и распадаются на вихри меньшего масштаба, и так далее, пока каскадному дроблению не положат конец силы вязкости.

Экспериментально исследовать эту иерархию вихрей гораздо легче, когда диапазон масштабов широк. Не случайно предельные закономерности для турбулентного течения при очень больших числах Рейнольдса впервые аккуратно были исследованы в атмосфере, а уже затем с помощью более тонкой техники — в аэродинамических трубах.

Приборы, используемые в нашем институте, позволяют исследовать вихри в диапазоне масштабов от одного миллиметра (для таких размеров вязкость становится уже существенной) и до нескольких сот метров. Что касается более крупных вихрей, то их изучение относится скорее к области динамической метеорологии (эти работы ведет другой отдел нашего института).

В природе встречаются также вихри мно-

го больших масштабов. При изучении общей циркуляции атмосферы всего земного шара понятия механики турбулентности с успехом применяются к возмущениям, характеризуемым масштабом порядка 1 000 километров. Наблюдения газовых скопления в космосе и отдельных галактик (имеющих на фотографиях вид туманностей), безусловно, указывают на турбулентную природу их движения: на фотографиях хорошо видны отдельные завихтки, то есть вихри, которые типичны для турбулентности. Делались также попытки применения к туманностям количественных закономерностей развитой турбулентности, оказавшиеся вполне успешными. Возможно, что неравномерное распределение вещества во всем космическом пространстве тоже как-то связано с турбулентностью.

Диапазон масштабов турбулентных вихрей в морях и океанах также весьма велик. Здесь при изучении турбулентности приходится учитывать специфику среды (вода по своим физическим свойствам, конечно, отличается от воздуха, а турбулентный перенос солей в море не имеет прямого аналога в атмосфере), но в смысле принципиальных подходов к изучению турбулентности океан и атмосфера имеют много общего. Для океана характерна сильная устойчивость — плотность там всегда растет с глубиной (в атмосфере на заметных высотах тоже, как правило, наблюдается устойчивость, но все же меньшая, чем в океане). Поэтому турбулентность в океане менее изотропна, чем в атмосфере; она еще более перемежающаяся и сосредоточена в океане в отдельных тонких «бланнях». Качественно такой же характер имеет и турбулентность в атмосфере на высоте нескольких километров (чередование небольших сильно турбулентных и больших почти не турбулентных областей хорошо известно всем, кто летал на самолетах, — мнению из-за этого бывает сильная качка).

В технических устройствах, скажем, в трубах, соплах, ядерных реакторах, турбулентность обычно имеет более сложный характер, чем в атмосфере. Здесь на возникновение и развитие турбулентности влияют многие дополнительные факторы и поэтому условия для ее изучения хуже. Но есть, конечно, и много схожего. Например, турбулентность в пограничном слое при обтекании плоской пластины в лаборатории и режим ветра над землей довольно похожи друг на друга. Но над землей существенно также и изменение температуры с высотой. Поэтому для изучения атмосферной турбулентности очень желательны специальные аэродинамические трубы (см. 2—3-ю стр. цветной вкладки), в которых можно подогревать или охлаждать стенки и тем самым моделировать природные явления.

Действительно, в атмосфере температура (а значит, и плотность) почти всегда изменяется с высотой, и поэтому атмосфера практически всегда оказывается разделенной на слои различной плотности. Если плотность нижних слоев меньше, чем плотность верхних, начинается конвекция, возникает турбулентность конвективного происхождения, в большой степени определяющая специфику задач исследования атмосферных течений.

Измерения характеристик атмосферной турбулентности проводятся с помощью аппаратуры, устанавливаемой на вышках разной высоты. В этом году наш институт, в частности, принимал участие в измерениях на специальной трехсотметровой вышке в Обнинске. Широко используются нами и приборы, устанавливаемые на самолетах.

Что же такое «мерить турбулентность»? Придется еще раз напомнить, что турбулентность — это совокупность неупорядоченных колебаний температуры, скорости ветра, влажности и т. п. Их всевозможные пульсации — это и есть турбулентность. Каким же образом их можно измерить?

Для этого прежде всего нужен датчик, который реагировал бы на очень быстро меняющиеся значения измеряемого параметра, например, скорости или температуры. Такой датчик должен быть миниатюрным (если он будет большим, то будет осреднять характеристики потока по большому объему). Он не должен искажать поток, то есть его присутствие не должно влиять на характеристики среды. Датчик должен отличаться малой инерционностью — очень быстро реагировать на изменения измеряемых параметров. Создать датчик с подобными характеристиками не так просто.

Для лабораторных измерений пульсаций скорости основным прибором в течение многих лет служит термоанемометр. Прибор этот применяется также и для измерений наиболее мелкомасштабных пульсаций скорости ветра в атмосфере. Но термоанемометр — прибор с нелинейной характеристикой, и притом довольно капризный (в условиях атмосферы ить его частот загрязняется примесями, рвется). С таким прибором работать нелегко.

В нашем институте был разработан прибор оригинальной конструкции — акустический (ультразвуковой) анемометр (принцип его работы пояснен на цветной вкладке). Появление таких приборов дало очень сильный толчок развитию дальнейших экспериментальных исследований атмосферной турбулентности. В настоящее время экспериментаторы во всем мире предпочитают работать с акустическими анемометрами. Приоритет советских ученых в их создании признается всеми.

Результаты измерений легко зафиксировать в виде кривых на осциллографической фотобумаге, показывающих временной ход пульсаций скорости. Но что делать с этими записями дальше? На основе таких сложных кривых надо получить статистические характеристики турбулентности. Например, что такое турбулентный поток тепла? Это есть среднее произведение пульсации вертикальной скорости на пульсацию температуры. Такое произведение, грубо говоря, и есть то тепло, которое уходит вверх. (Конечно, результат надо еще умножить на теплоемкость единицы объема и на плотность, чтобы получить его в тепловых единицах.) Пульсации вертикальной скорости можно измерить акустическим анемометром, а пульсации температуры — термометром сопротивления (это проволочка, по которой течет слабый ток; при изменении температуры меняется ее сопротивление, а значит, и сила тока). Далее, проще всего применить автоматический коррелятор — прибор, позволяющий перемножать два тока, поступающих с двух разных приборов, и осредняющий затем это произведение во времени; стрелка такого коррелятора сразу указывает число, равное (в определенных единицах) турбулентному потоку тепла. Сейчас мы переходим к еще более эффективному способу: результаты измерений записываются на магнитную ленту магнитофона, затем с ленты снимаются данные в цифровой форме и вводятся в электронную вычислительную машину, которая может очень быстро подсчитать сразу много различных статистических характеристик записанных пульсаций. Например, ЭВМ может указать вклад пульсаций разных масштабов в суммарный поток тепла. Это важно, так как изменение с высотой роли пульсаций разных масштабов (или, как обычно говорят, трансформация спектра потока) представляет и теоретический и прикладной интерес. Сами турбулентные потоки, например, поток тепла в приземном слое атмосферы в каком-то довольно значительном диапазоне высот практически не меняется (сколько тепла приходит снизу, столько же и уходит вверх). Но спектральный состав потока меняется — около земной поверхности тепловой обмен может происходить только за счет мелкомасштабных пульсаций, а выше основную роль начинают играть уже пульсации значительно большего масштаба. Такое перераспределение важно для понимания механизма атмосферной турбулентности. Вообще перераспределение интенсивности пульсаций по спектру масштабов (или частот) очень типично для

всех турбулентных процессов. В атмосфере же погода представляет собой как раз крупномасштабное явление, и нужно знать, какую роль здесь играют мелкомасштабные пульсации.

Хорошо известно, что все движения в атмосфере совершаются за счет той энергии, которую Земля получает от Солнца. Иными словами, погоду формирует Солнце. Но каким образом это происходит?

Сама по себе атмосфера в отсутствии облаков почти не поглощает солнечные лучи. Солнечные лучи просто проходят сквозь нее (это и означает, что атмосфера прозрачна), практически не взаимодействуя с воздухом, доходят до земной поверхности и нагревают землю или воду. И только после этого теплота, поглощаемая землей и водой, передается атмосфере — либо в виде радиационного потока тепла (длинноволнового инфракрасного излучения, для которого атмосфера уже непрозрачна и которое ею поглощается), либо в виде турбулентных потоков тепла и скрытой теплоты испарения.

Особенно большую роль в общем энергетическом балансе атмосферы играют турбулентные потоки влаги. Океан составляет около 70 процентов поверхности земного шара, и в тропических районах с его поверхности испаряется очень много воды. Когда этот пар конденсируется в верхних слоях атмосферы, выделяется громадное количество тепла. Это и есть тот основной механизм передачи энергии солнечных лучей атмосфере, механизм, который порождает все атмосферные движения и приводит к изменениям погоды.

Если бы атмосфера была ламинарной, то скорость испарения влаги была бы чрезвычайно мала, ничтожными были бы и потоки тепла. Турбулентные коэффициенты обмена — коэффициенты теплопроводности и диффузии влаги — в сотни тысяч и миллионы раз больше, чем соответствующие молекулярные коэффициенты. Можно сказать, что именно турбулентность позволяет атмосфере усваивать солнечное тепло. Турбулентность — главный посредник между Солнцем и атмосферой.

С этой точки зрения очень большую практическую важность приобретает изучение турбулентных потоков — турбулентного переноса влаги и тепла, а также: переноса количества движения (который порождается трением воздуха о землю). Экспериментальные наблюдения и теоретические исследования турбулентных потоков необходимы для разработки физически обоснованных методов прогноза погоды. Учет турбулентности особенно важен для долгосрочного прогноза, так как основной механизм, определяющий формирование погоды на большой срок, — это, по-видимому, турбулентный перенос тепла от тропических областей Мирового океана и перераспределение этого тепла по всей территории земного шара.

Мы учимся аккуратно учитывать граничные условия на любой поверхности (будь то суша или, скажем, морская поверхность), а также рассчитывать потоки тепла у поверхности, трение о поверхность, испарение, то

есть то, что нужно при переходе к количественным оценкам. Ближайшая задача, которая в значительной степени уже выполнена нами для расчетов течений над сушей (в случае течений над морем еще требуется дальнейшая работа), состоит в том, чтобы методы расчета полуматематической теории турбулентности обобщить на случай стратифицированной среды и подкрепить это непосредственными данными измерений.

Атмосферная турбулентность ответственна и за целый ряд других эффектов — например, за мерцание звезд. В настоящее время многие интересуются использованием лазерной техники для нужд связи. Однако лазерный луч очень сильно рассеивается в атмосфере из-за турбулентности, как, впрочем, и любое излучение. Распространение воли в существенной мере зависит от атмосферных условий, и важно знать эту зависимость поточнее.

Наконец, еще одна, весьма актуальная область применения теории турбулентности касается загрязнения атмосферы, поскольку распространение загрязнений любого типа в атмосфере обусловлено главным образом турбулентной диффузией.

Для турбулентных потоков характерны громадные скорости рассеивания и перемешивания примесей. Если бы не было турбулентности, то почти любые загрязнения оставались бы в течение долгого времени, скажем, суток, там, где они возникли, и их нетрудно было бы устранить; во всяком случае, с ними было бы гораздо легче бороться. Но атмосфера всегда является турбулентной, и этого нельзя не учитывать. Важно, например, установить, как распространение загрязнений зависит от атмосферных условий. Известно, что такое бедственное явление, как смог в Лондоне, Лос-Анджелесе и в других городах, вызвавший не так уж мало смертельных исходов, связано со специальными атмосферными условиями. Если хорошо знать зависимость скорости распространения примесей от конкретных атмосферных условий, то можно давать соответствующие указания о режиме работы предприятий, транспорта и других объектов, выбрасывающих в атмосферу загрязнения.

Задачи, которые приходится решать при изучении атмосферной турбулентности, иногда приводят к неожиданным открытиям, касающимся диффузии. Например, выполненные в нашем отделе лет шесть назад измерения турбулентного переноса тепла в направлении средней скорости показали, что общий вид уравнения турбулентной диффузии, которым сейчас обычно пользуются, нельзя считать правильным: оно должно содержать дополнительные члены, которыми всегда пренебрегали, в то время как эксперимент показал, что эти члены совсем не малы.

Проблема турбулентности очень трудная, но тем не менее ряд вопросов, которые были не очень ясны, скажем, лет двадцать назад, в настоящее время в результате совместных усилий теоретиков и экспериментаторов значительно прояснились.

# Н О В Ы Е   З А Д А Ч И ТРЕБУЮТ НОВЫХ ПОДХОДОВ

Профессор Л. ЛОЙЦАНСКИЙ.

Турбулентные движения жидкостей и газов широко распространены в современной технике, и инженеру надо уметь просто и надежно их рассчитывать. При этом в инженерной практике в первую очередь ставится вопрос о расчете трех основных величин: сопротивления, теплообмена и массообмена. В авиации и кораблестроении это — сопротивление воздуха и воды движению самолетов и кораблей. В энергетических машинах это потери механической энергии в проточных частях турбин, компрессоров и насосов, снижающие коэффициент полезного действия агрегата, вызывающие перегрев лопаток, их эрозию в потоках, загрязненных примесями. Когда речь идет о топках парогенераторов или камерах сгорания реактивных и ракетных двигателей, встают вопросы интенсификации горения за счет повышения турбулентного перемешивания топлива и кислорода воздуха. В современном крупном промышленном химическом производстве, где технология уже давно вышла за пределы реторта, камер и мешалок, широко используются турбулентные потоки в трубах и каналах с каталитическими стенками. Характерное для турбулентных движений интенсивное перемешивание служит в этих устройствах естественной и весьма совершенной «мешалкой»: усиливается взаимодействие химических реагентов и, как следствие, повышается производительность агрегата.

Для инженерных расчетов таких процессов, существенно зависящих от турбулентности, необходим практический метод, учитывающий природу турбулентности, хотя и приближенно, но достаточно хорошо.

Принципиальные основы первого из таких методов, получивших общее название «полуэмпирических», установил немецкий ученый Л. Прандтль еще в 1926 году. Из всего каскада вихрей, составляющих физическую картину турбулентности, был выделен один крупномасштабный вихрь — единственный носитель количества движения жидкости (или газа), тепла и вещества. Переходя из слоя в слой в потоке, этот коаксиальный вихрь, по размерам сравнимый с потоком в целом, создает в смежных слоях разность количеств движения, которая служит причиной силового взаимодействия между слоями (скорость изменения количества движения есть сила!). Это взаимодействие называют турбулентным трением или турбулентной вязкостью (кстати говоря, она во много десятков тысяч раз превосходит обычную вязкость). Переноса из слоя в слой наряду

с количеством движения еще и тепло (точнее, теплосодержание) или вещество (например, примесь), тот же вихрь обуславливает тепло-массообмен между слоями.

Крупномасштабный вихрь, представление о котором легло в основу первых полуэмпирических теорий, фигурировал как единый носитель количества движения, тепла и вещества. Поэтому в формулы для турбулентного трения, потока тепла и вещества входил единый коэффициент пропорциональности. Прандтль установил простую формулу для этого общего коэффициента, выразив его произведением перепада (градиента) скоростей от слоя к слою на плотность жидкости или газа и на квадрат среднего пути, проходимого вихрем в процессе перемешивания (путь смешения по терминологии Прандтля).

Определение пути смешения требовало дополнительных допущений. В теоретических формулах появлялись опытные константы (кстати говоря, их только две, причем они универсальны, то есть входят во все формулы) — вот почему такие теории стали именоваться полуэмпирическими. И тем не менее теория Прандтля сыграла большую роль в решении многочисленных и очень важных технических задач, связанных с распространением струй в жидкостях или газах (вентиляционные потоки, воздушные завесы, распыление топлива в камерах сгорания и т. д.), и позволила впервые в истории гидродинамики теоретически определить распределение скоростей (известный «логарифмический профиль»), температур и концентраций примесей в турбулентных потоках в гладких и шероховатых трубах. В дальнейшем эти результаты были обобщены на турбулентные движения в пограничном слое на поверхностях тел, обтекаемых жидкостью или газом (в последнем случае как при дозвуковых, так и при сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях). Такие турбулентные движения в пограничном слое лежат в основе расчетов сопротивления и тепло-массопереноса, сопровождающего полет тел в воздухе или их движение в воде.

В новых полуэмпирических теориях (начало их относится к сороковым годам) путь смешения и коэффициент турбулентного переноса становятся самостоятельными величинами в уравнениях статистической теории, составленных для основных характеристик турбулентности: кинетической энергии турбулентных пульсаций и других величин, через которые могут быть опреде-

лены коэффициент переноса и масштабы турбулентности. Лежащая в основе прежних полумпирических теорий одномасштабная модель в новых теориях заменяется двухмасштабной: наряду с ранее упомянутым крупномасштабным вихрем — носителем перемешивающихся субстанций — вводится еще один, мелкомасштабный вихрь. Он представляет собой последнюю стадию в каскадном вырождении вихрей и позволяет учитывать диссипацию (рассеяние) механической энергии в тепло. При этом сохраняется основная идея полумпирических теорий — свести незамкнутую систему уравнений общей статистической теории к относительно простой и доступной

для практических вычислений замкнутой системе, опирающейся на менее упрощенную, чем прежде, модель.

Практическая сторона применения новых полумпирических теорий еще далека от совершенства и требует новых поисков и разработок. Но все же нам представляется, что для практических инженерных расчетов, отвечающих требованиям техники ближайшего будущего, этот путь наиболее перспективен. Само собой разумеется, что развитие новых полумпирических теорий было и останется тесно связанным с дальнейшим развитием общих статистических теорий турбулентности и будет широко использоваться все последние достижения в этой научной области.

## МОСТЫ ПРИКЛАДНОГО МАТЕМАТИКА

Профессор Г. ГЕРТЛЕР (ФРГ).

Большое место в моей научной работе одно время занимали вопросы влияния приземных слоев атмосферы и топографии местности на изменения ветра, вызываемые вращением Земли. Мне казалось, что работа, написанная по этой проблеме, весьма важна для метеорологов и океанологов, им же она показалась слишком сложной, слишком «математичной», чтобы ее изучать. Но и мои коллеги-математики тоже не стали читать эту работу: как оказалось, вопросы метеорологии и океанографии их не интересовали.

Подобная ситуация не так уж редка для прикладного математика: он строит мосты между механикой и чистой математикой, а потом обнаруживает, что по ним никто не желает ходить.

Другая область моих интересов — проблемы гидродинамической устойчивости, особенно устойчивости ламинарного пограничного слоя, возникающего при обтекании какого-либо тела вблизи его поверхности. Работа в этом направлении, которой я, как математик, был менее доволен, получила большое признание. В ней показано, что, как только будет превышено некоторое значение числа Рейнольдса, зависящее от толщины пограничного слоя и радиуса кривизны обтекаемой вогнутой поверхности, течение вдоль нее может стать неустойчивым: возникнут длинные волны, распространяющиеся вдоль течения. (Эти волны вошли в литературу под названием «вихри Гёртлера».)

Этим примером я хотел продемонстрировать своего рода триумф прикладного математика, который, решая за письменным

столом дифференциальные уравнения, может предсказать инженеру, что тот на практике столкнется с явлением, которое еще не наблюдалось.

Именно так случилось и с моей работой. Спустила пять лет после того, как она была опубликована и экспериментально подтверждена, в одной стране принялись за конструирование новых несущих поверхностей самолета. Это потребовало больших финансовых затрат.

Конструкторы нового самолета сумели стабилизировать пограничный слой относительно известных ранее вихрей Толмина — Шлихтинга, но на вогнутых участках несущей поверхности возникали вихри, которые сносились по потоку и быстро возбуждали турбулентность. Когда они узнали про мою работу, то попробовали покрыть вогнутую часть поверхности замазкой и при первом же испытании в аэродинамической трубе увидели, что вихри срывают замазку и оставляли на ее месте продольные штрихи. Если бы конструкторы раньше прочли мою работу, то можно было сэкономить немало средств.

Такие вихри возникают и в других ситуациях, например, в окрестностях точек застоя ламинарного течения. В последнее время мы провели интересные эксперименты в этом направлении, при незначительных материальных затратах.

В заключение я хотел бы сказать, что цель своих исследований как математик вижу в познании природы изучаемого явления, в том, чтобы результатами моих работ могли пользоваться практики.

# ИЗМЕРЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

(ко 2—3-й стр. цветной вкладки)

I. Как турбулентность позволяет атмосфере усвоить тепло, полученное Землей от Солнца? Каковы потоки тепла, берущие начало с поверхности планеты? Как переносится влага, испаряющаяся с водной поверхности? Чтобы ответить на эти вопросы, надо прежде всего измерить осредненные вертикальные потоки тепла (WT) и влаги (WE). Некоторые технические средства, применяемые для этих целей, показаны на снимках и рисунках вкладки.

II. Метеорологическая вышка с приборами (высотой 72 м) на Цимлянской научной станции

III. На одном из крупнейших научно-исследовательских судов АН СССР, «Академик Курчатов», в 1972 году в тропической зоне Атлантического океана совместно с кораблями Гидрометеослужбы СССР выполнялся большой комплекс измерений различных характеристик турбулентности над океаном (по программе ТРОПЭКС-72). Приборы (акустический анемометр, инфракрасный гигрометр, микротермометр и акустический волнограф), размещенные на носу корабля, позволяют исследовать взаимодействие атмосферы и океана.

IV. Быв. лаборатория Лаборатории физической океанографии (Париж). Построена известным французским исследователем Ж.-П. Кусто, установлена в Средиземном море, в 100 км южнее Марселя. В 1969 году совместно с французскими коллегами советские ученые выполняли здесь обширные исследования по проблеме «Взаимодействие океана и атмосферы». Одновременно исследование велось и с научно-исследовательского судна «Михаил Ломоносов».

V. Экспериментальная база Института географии АН Азербайджанской ССР, Института океанологии АН СССР и Института физики атмосферы АН СССР. База расположена в Каспийском море, в 20 километрах от берега, вблизи Баку, на неподвижном свайном основании (площадью 1200 м<sup>2</sup>). Во время экспедиции (6 месяцев в году) на станции работает 10—12 человек, постоянно ее обслуживает 3—4 человека. Здесь тремя институтами ведутся совместные исследования процессов взаимодействия моря и атмосферы. Станция эта уникальная, подобной нет нигде в мире.

VI. Летящая лаборатория; на носу самолета укреплен штанга с измерительными приборами (она показана отдельно на нижнем снимке) — акустическим анемометром (вперед), термоанемометром (вниз) и микротермометром (сбоку)

VII. Подвижная мачта («журавль»), на которой крепятся приборы для измерения атмосферной турбулентности

VIII. Схемы приборов: анемометра — для измерения скорости ветра (W); гигрометра — для определения влажности воздуха (E); термометра — для замера температуры (T).

Акустический анемометр: излучатель 1, соединенный с ультразвуковым генератором 3, посылает ультразвуковые колебания частотой 100 кГц, которые улавливаются приемниками 2. Затем сигналы попадают в усилитель 4, а оттуда — в фазометр 5. Определяемый им сдвиг фаз колебаний, принятых разными приемниками, пропорционален вертикальной компоненте скорости ветра (W). Чувствительность прибора — 1 см в секунду

Инфракрасный гигрометр: луч от источника света 6 (кварцевая лампочка), пройдя через линзу 7, делится полупрозрачным зеркалом на два луча. На пути каждого луча стоят интерференционные светофильтры 8, пропускающие только инфракрасные волны. Один из фильтров выделяет волны, поглощаемые водяным паром, а другой — не поглощаемые водяным паром. В приборе имеется обтуратор (прерыватель) 9, который модулирует лучи: создает сигналы, сдвинутые по фазе на 180 градусов друг относительно друга. В зависимости от влажности — числа молекул водяного пара 11 на пути объединенного луча 10 — меняется сигнал приемника излучения 13. Пройдя усилитель 14, сигнал поступает на синхронный детектор 16 (куда также подается необходимый для его работы опорный сигнал 15); детектор выдает сигнал, пропорциональный абсолютной влажности (E). Чувствительность гигрометра — 0,01 г на кубометр.

Микротермометр: датчиком температуры служит вольфрамовая проволока 17 (диаметром 1—20 микрометров), которая является одним из плеч измерительного моста 18. Сопротивление проволоки меняется в зависимости от температуры воздуха. Сигнал рассогласования измерительного моста, питаемого генератором напряжения 19, попадает в усилитель 20, а затем в синхронный детектор 21, который и определяет температуру (T). Чувствительность прибора — 0,001°С.

Показания всех приборов записываются на магнитную ленту магнитофона 22. Эти данные можно затем с магнитофона 23 ввести в электронную вычислительную машину (цифровую или аналоговую) 24, которая и рассчитает различные характеристики атмосферной турбулентности, например, поток тепла (средние значения WT) или поток влаги (средние значения WE).

IX. В аэродинамической трубе Колорадского университета (США), стенки которой могут подогреваться или охлаждаться, идет подготовка к испытанию модели (фото слева); картина образования вихрей при обдувании модели города в трубе видна на фото в центре; справа показаны схемы обтекания здания (сбоку и в плане) ветровым потоком; такие схемы строят по данным испытаний в аэродинамической трубе.

В ближайшие годы, по-видимому, будут созданы мощные и высокоэкономичные газотурбинные двигатели для локомотивов, и на стальные магистрали выйдут опытные скоростные турбопоезда. Чем же они привлекают симпатии путейцев?

Газотурбинные двигатели потребляют низкокалорийное жидкое топливо, их значительно проще ремонтировать, чем дизели, а их внедрение не потребует реконструкции существующих локомотивных депо и заводов. И, наконец, самое главное: коэффициент полезного действия новых газотурбинных установок равен 28—30 процентам. По экономичности они почти не уступают дизелям. Проектные разработки колмоменских инженеров показали, что газотурбинные двигатели мощностью 6 000—8 000 лошадиных сил будут иметь габариты и вес, позволяющие разместить их в кузове обычных локомотивов.

Сейчас в принципе можно создать турбопоезда, которые смогут развивать скорость до 250 километров в час. Однако для таких скоростных поездов придется серьезно реконструировать путь. Поэтому целесообразно, как считают специалисты, пока де-

лать турбопоезда, рассчитывая на скорость 120—200 километров в час.

Создателей турбопоездов ждут определенные трудности. Скажем, борьба с шумом. Ведь новые двигатели особенно «громкогласны». Но их ждут и некоторые приятные сюрпризы: в частности, отработанные газы из турбины удастся непосредственно использовать для отопления вагонов.

Конструкторы турбопоездов в последнее время обратили внимание на комбинированные установки со свободно-поршневыми генераторами газа. Они занимают промежуточное положение между дизелями и газотурбинными двигателями с открытым циклом. На основе этих установок можно создать локомотивы нового типа — маневрово-хозяйственные. Они смогут выполнять не только свое прямое назначение, но и поставлять сжатый воздух и горячие газы, разогревать смерзшиеся грузы, убирать снег.

**Е. БАРТОШ**, доктор технических наук. Развитие газотурбинной тяги. «Железнодорожный транспорт» № 7, 1972 г.

## МОСКВА — ЛЕНИНГРАД: ЕДИНАЯ СИСТЕМА?

Оба города-гиганта уже перешагнули через городские границы и развиваются во всех направлениях, а следовательно, и навстречу друг другу. Вдоль Октябрьской железной дороги Московская агломерация простирается до Клина, а Ленинградская — до Любани. Если насытить производством отрезок магистрали Клин — Любань протяженностью 479 километров, появится производственно-территориальная система Москва — Ленинград. Сейчас это актуальная задача. Разгрузить столицу или Ленинград трудно, строя, скажем, в Клину или Любани. По существу, это равносильно строительству в самих городах-гигантах. Более удобны для промышленного строительства Чудово, Окуловка, Бологое, Вышний Волочек и Лихославль.

Рассмотрим это более подробно на примере города Чудова. Здесь возможно разместить ряд крупных заводов, где будет применяться в основном мужской труд. В качестве трудового противовеса предусматривается прядильная, швейно-трикотажная фабрики и фабрика трикотажного полотна. Кроме того, сопутствующие предприятия. Все это приведет к десятикратному росту промышленных кадров в городе и росту на-

селения до 100 тысяч человек. Некоторые организации уже предлагают разместить в Чудове еще ряд промышленных предприятий. И анализ показывает, что почти все города, расположенные между Клином и Любанью, могут принять новые заводы и фабрики.

Изолированное развитие городов, расположенных вдоль Октябрьской магистрали, по мнению авторов статьи в Вестнике, нецелесообразно. Это подтверждается тем, что население многих из них так и не достигло рубежа, намеченного генеральным планом. Не реализовано и большинство предложений по строительству в них новых предприятий. Только комплексное развитие этих малых и средних городов, размещение там заводов, работающих на всю зону, или филиалов предприятий Москвы и Ленинграда помогут справиться со столь сложной задачей.

**Н. АГАФОНОВ, Б. ПАВЧИНСКИЙ.** Москва — Ленинград: производственно-территориальная система! «Вестник Московского университета. География» № 4. 1972 г.

## ПОЛЕТЫ НАД ЛЕСНЫМ ПОЖАРОМ

Чтобы успешно тушить лесные пожары с воздуха, необходимо знать условия, в которых оказывается самолет над лесным пожаром.

Инструкции разрешают самолетам снижаться над горящим лесом на высоту, не превышающую 200 метров, а вертолетам — 100. Однако испытания, проведенные на



гидросамолете АН-2, показали, что успех дела требует более низкого полета.

Рейсы над 9 пожарами показали, что они создают тягу подобно дымовой трубе. Газообразные продукты горения вместе с воздухом вытесняются вверх — напором тяжелого холодного воздуха из окружающей атмосферы. Образуется конвективная струя, и пожар усиливается, струя, в свою очередь, становится более мощной, усиливает тягу и приток окружающего воздуха к пожару. При этом замечено, что ветер у земли стихает, а на высоте около 200 метров усиливается. Иначе говоря, лесной по-

жар, имеет предпосылки к саморазвитию.

В слое воздуха на высоте 200—300 метров резко уменьшается вертикальный градиент температуры и скорость струи. Этот слой является как бы запирающим по отношению к нижележащим. Подобный факт также необходимо учитывать в своей работе авиационным пожарным службам.

**Д. КОНОВАЛОВ.** Некоторые результаты исследований пограничного слоя атмосферы и условий полета самолета АН-2 в зоне лесных пожаров. «Метеорология и гидрология» № 9, 1972 г.

## ДОРГА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Значительная часть территории СССР расположена в северных широтах. Дорожная служба тех мест каждую зиму испытывает большие трудности из-за снежных заносов. Чтобы успешно бороться с заносами, необходимо их исследовать. Это очень трудно делать в естественных условиях, потому что природа непостоянна, ветер часто меняет скорость и направление, несет разное количество снега.

В аэродинамической лаборатории Омского филиала Союздорна построен аэродинамический канал всасывающего действия длиной 22,5 м и сечением 0,6 м<sup>2</sup>.

В этом канале можно испытывать дорожные профили, средства ветро- и снегозащиты, земляное полотно, дорожные одежды в условиях метели; проверять устойчивость мостовых ферм и других дорожных сооружений. Удалось установить, на-

пример, что насыпь будет возвышаться над снежным покровом лишь в том случае, если при строительстве учтена скорость ветра, рельеф местности, крутизна откосов.

Во время экспериментов выяснилось, что с уменьшением крутизны откосов дорожная скорость ветра над земляным полотном увеличивается. Это создает благоприятные условия для сдувания снега с насыпи. Значит, на тех участках, которые постоянно заносит, необходимо делать более пологие откосы, при этом плавно закругляя бровки земляного полотна.

**Н. Ф. САВКО, Н. К. ЛАНЕЦКИЙ, И. А. ШЕВЦОВ.** Аэродинамические испытания дорожных конструкций. «Автомобильные дороги» № 8, 1972 г.

## ПРОЕЗДНОЙ БИЛЕТ

Многоразовые билеты широко распространены на городском транспорте различных стран. Например, в Токио ими пользуются 27 процентов пассажиров всех видов транспорта, в Стокгольме — 34 процента, Брюсселе — 60 процентов, Париже — 50 процентов, а в Ницце — все сто процентов пассажиров. Эти билеты продаются со скидкой, причем скидка составляет от 15 до 90 процентов от стоимости проезда — все зависит от того, какие льготы они предоставляют.

Наиболее распространены билеты, дающие право проезда на одном виде транспорта либо на одном виде транспорта, но с двумя поездками в день; только по определенному маршруту одного вида транспорта или же в определенном направлении, но на любом транспорте; только в определенное время на одном виде транспорта с правом пересадки в течение часа (в этом случае компостер пробивает на билете время).

В зарубежных странах строго контролируют проезд пассажиров без билета. В ФРГ и Австралии за это положен штраф, в 10 раз превышающий стоимость поездки. Во Франции и Англии штраф может быть больше в 100 раз. В США безбилетные пассажиры рискуют попасть в тюрьму.

Недавно у нас в стране, в городе Ижевске, проводился эксперимент: пассажирам предлагались различные виды льготных долгосрочных проездных билетов. Их можно было приобретать предварительно. Эксперимент прошел успешно. Бескассовый метод начинает применяться и в других городах страны.

**Г. ИВАНОВА.** Проездной билет при бескондукторном обслуживании пассажиров. «Городское хозяйство Москвы» № 7, 1972 г.

# О Р Б И Т А Л Ь Н Ы Е

Создание больших станций на орбите искусственного спутника Земли — одно из самых перспективных направлений использования космической техники для научных исследований, для решения важных практических задач службы погоды, сельского хозяйства, геологии, морского и воздушного транспорта, служб охраны окружающей среды. Со временем на подобных станциях могут быть реализованы новые технологические процессы, для которых особо важны космические «производственные условия» и прежде всего глубокий вакуум. Большие орбитальные станции со сменимым обслуживающим персоналом наверняка будут играть роль баз, с которых смогут стартовать космические корабли дальнего следования.

Первой в мире долговременной пилотируемой орбитальной лабораторией была советская станция «Салют», выведенная на орбиту искусственного спутника Земли 19 апреля 1971 года. Героический экипаж станции — Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков, В. И. Пацаев, — работая на ее борту почти целый месяц, выполнил большой объем работ, имеющих важное научное и практическое значение. О некоторых работах, проведенных на «Салюте», о возможных путях совершенствования орбитальных лабораторий, отвечая на вопросы корреспондента «Науки и жизни», рассказывает

лауреат Ленинской премии, Герой Социалистического Труда,  
председатель Совета «Интеркосмос» академик Б. Н. ПЕТРОВ.

Какие перспективы для научных исследований открывают полеты долговременных орбитальных станций? И каким новым направлениям в научных исследованиях было положено начало во время полета станции «Салют»?

Прежде всего нужно отметить основную особенность исследований на орбитальных станциях — возможность вести научную работу систематически в течение длительного времени. И второе — на борту станции могут эффективно работать не только летчики-космонавты, но специалисты, ученые разных профилей.

Долговременная орбитальная станция представляет собой большую научную лабораторию в космосе. Какие исследования могут быть реализованы на ней, например, в области физики? Глубокий космический вакуум, достигающий значения  $10^{-25}$  мм ртутного столба (для сравнения замечу, что в земных условиях удается в небольших объемах достичь разрежения порядка  $10^{-10}$  мм ртутного столба), создает возможности для постановки интереснейших исследований в области физики элементарных частиц и космических лучей. Сюда относится, в частности, исследование первичных космических лучей с энергией, в тыся-

чи раз выше той, которая достигается в современных ускорителях. Возможно, что такие эксперименты позволят открыть новые ядерные реакции и элементарные частицы.

Немалый интерес представляет проверка некоторых положений теории относительности и природы гравитации, обнаружение гравитационных волн.

Телерь об астрономии и радиоастрономии. Давняя мечта астрономов — создание внеатмосферных обсерваторий — становится реальностью. Так, в частности, на станции «Салют» была установлена обсерватория «Орион», с помощью которой человек впервые проводил астрофизические исследования вне Земли. Такие исследования позволяют получать спектральные характеристики звезд в коротковолновом диапазоне излучения, недоступном для регистрации с Земли из-за экранирующего действия атмосферы.

В комплект «Орион» входил телескоп с диаметром зеркала 280 миллиметров, позволявший получать спектрограммы звезд в диапазоне от 2000 до 3800 ангстрем, два звездных спектрографа и визирные устройства для поиска выбранной звезды и нацеливания на нее. Для создания всей этой аппаратуры ученым, конструкторам, технологам пришлось решать немало трудных за-

# ЛАБОРАТОРИИ

дач, чтобы обеспечить работу «Орион» в условиях глубокого вакуума и низких температур.

На борту станции «Салют» проводились также исследования первичного космического гамма-излучения с помощью гамма-телескопа. Земная атмосфера задерживает гамма-лучи, идущие из Вселенной, и вынос аппаратуры в космическое пространство открывает принципиально новые возможности для развития гамма-астрономии.

Изучение рентгеновского, ультрафиолетового и корпускулярного излучения Солнца, его короны позволяет более глубоко оценить влияние солнечной активности на процессы, происходящие на Земле и в земной атмосфере, обеспечивает надежное прогнозирование солнечных вспышек.

В космических лабораториях могут вестись исследования в различных областях естественных наук, в том числе в ряде областей современной биологии, затрагивающих ее фундаментальные проблемы. Начало этим работам было положено еще во время полетов первых наших спутников и пилотируемых кораблей. Но, разумеется, на долговременных орбитальных станциях возможностей для биологических исследований значительно больше.

**Расскажите, пожалуйста, о работах этого направления, выполненных на станции «Салют».**

На борту «Салюта» проводились исследования в области физиологии, радиобиологии, эмбриологии, генетики. Исследования проводились на большом числе различных объектов, от одноклеточной водоросли хлореллы до насекомых и обитающих в воде животных. Участвовали в космических экспериментах и любимые объекты генетиков — плодовые мушки дрозофилы, давшие, кстати, во время полета несколько новых поколений. Основные задачи биологических исследований были связаны с влиянием специфических условий космического полета, в частности невесомости, на различные биологические процессы и характеристики. В том числе на ризидационную устойчивость семян, растительных и животных тканей, микроорганизмов, на синтез нуклеиновых кислот, структуру клеток, скорость их деления. Интересные наблюдения велись на оплодотворенных икринках лягушки, из которых во время полета развились головастики. Наблюдалось, как в условиях невесомости у них развиваются рецепторы гравитации, то есть чувствительные элементы,

которые предназначены, если можно так сказать, для ощущения силы тяжести.

На борту имела установка «Оазис», где культивировались высшие растения — хибинская капуста, крепис, лен. Эксперименты с растениями имеют не только научные, но и далеко идущие практические цели. С них, может быть, начинаются работы, которые приведут к созданию принципиально новых систем жизнеобеспечения космических кораблей «дальнего следования».

**Какую помощь окажут полеты орбитальных станций в исследовании атмосферы, в гидрологических и метеорологических наблюдениях?**

Изучение Земли из космоса занимает одно из ведущих мест в нашей космической программе. В частности, полет станции «Салют», в программу которой входили исследования физики атмосферы, изучение атмосферных образований, снежного и ледового покрова Земли, позволил проследить распределение облачности в глобальном масштабе и по климатическим зонам. Ценную информацию дают измерения собственного излучения Земли как нагреваемого тела.

Не менее важным представляется обнаружение из космоса зарождения циклонов, тайфунов и ураганов. С орбиты можно проследить их путь, определить силу и предсказать время и место, куда они обрушатся, заблаговременно предупредить суда, которые могли бы стать жертвами ураганов и тайфунов.

Исключительное значение имеет оценка из космоса мощности снежных и ледовых покровов, получение информации о границах ледовых полей в морях и океанах, о таянии ледников, о паводках на реках и других природных явлениях. В дальнейшем усовершенствование методов исследования из космоса откроет возможность решать такие сложные гидрологические задачи, как анализ содержания влаги в почве, контроль интенсивности дождевых осадков, обнаружение грунтовых вод и другие.

Широкие перспективы имеет сочетание организованных по единой планомерной системе исследований атмосферных процессов с борта орбитальных станций с метеорологическими и геофизическими исследованиями, проводимыми со спутников, и зондированием атмосферы ракетами.

Космическая метеорология и аэрономия, несомненно, сыграют главенствующую роль

в решении проблемы управления погодой — одного из самых заветных желаний человека с древних времен. Задача, разумеется, чрезвычайно сложная, однако некоторый утешительный опыт в этом деле имеется. Уже в наше время научились рассеивать туман, обезвреживать градовые тучи, предупреждать или, напротив, вызывать дождь. Пока, правда, эти опыты проводятся в небольших масштабах, и обходятся они относительно дорого, но можно предполагать, что в недалеком будущем удастся регулировать, например, время выпадения и количество осадков, вызывать их в намеченном месте, разрушать зарождающиеся ураганы или, во всяком случае, ослаблять их. Не исключено, что в более отдаленном будущем человек научится изменять климат целых районов.

### Каковы перспективы в изучении Земли с борта орбитальных станций!

Геологам многое может дать изучение черно-белых и цветных фотографий, сделанных из космоса. Особенно интересна комплексная съемка, при которой одновременно получаются изображения одного и того же участка Земли в различных частях спектра — от видимой области до диапазона радиоволн. Такое спентрографирование дает обширную информацию о строении поверхности Земли и даже о неглубоко залегающих породах. С орбитальных станций можно производить оценку степени эрозии и засоления почв, выявлять источники загрязнения рек и озер, давать информацию для регулирования в системах орошения, обнаруживать очаги лесных пожаров и многое другое. Спентрографирование земной растительности, и в частности посевов,

может оказаться очень полезным для работников сельского хозяйства. Для каждой культуры, скажем, пшеницы, характерен свой спектр отражения, который по мере ее созревания изменяется. Из космоса можно делать снимки больших площадей, предсказывать для них урожай и сроки его созревания. Если же растение заболевает, то оно меняет свой спектр отражения. Эти изменения спектра пораженных участков полей и даже отдельных групп деревьев в лесу хорошо заметны на снимках. При постоянном наблюдении можно заранее обнаруживать болезни растений, прослеживать пути их распространения и своевременно принимать необходимые меры.

На борту станции «Салют» велись эксперименты по спентрографированию поверхности суши и морей. Съемки производились ручным спентрографом, фиксирующим на пленке ярность определенного объекта для той или иной длины волны. Этот эксперимент представляет собой часть общей программы по составлению библиотеки спектров земной поверхности и их кодов. Такая библиотека организуется в Ленинградском университете.

Весьма плодотворными представляются также исследования с борта орбитальных станций морей и океанов, которые, как известно, покрывают около трех четвертей поверхности нашей планеты. В океанологических исследованиях космическая техника по эффективности и широте охвата не имеет конкурентов. Из космоса можно получать данные о температуре и состоянии водной поверхности, данные о морских течениях (с помощью слежения за дрейфом искусственных и естественных объектов), об источниках загрязнения воды, о дрейфе льдов и айсбергов и т. д. Рыбпромыслови-

## В Э Ф И Р Е « Я Н Т А Р И »

Отрывки из стенограммы радиопереговоров экипажа орбитальной станции «Салют» с Землей \*

Около 24 суток находился в космосе экипаж станции «Салют». И все это время велась непрерывная магнитофонная запись переговоров, которые по радиотелефону космонавты вели с наземными службами, с руководителями полета. В этих переговорах космонавты пользовались позывными: командир корабля Г. Т. Добровольский — «Янтарь-1», бортинженер В. И. Волков — «Янтарь-2», инженер-испытатель В. И. Пачаев — «Янтарь-3». У представителей наземных служб был позывной «Заря». У комментатора Центрального телевидения — «Заря-25». Не только по научным и техническим отчетам, бортовым журналам, записным книжкам космонавтов, но и по стенографическим записям ра-

диопереговоров «Янтарей» с «Зарей» видно, какую большую работу вели космонавты, как много разнообразных научных, технических, житейских задач пришлось им решать.

Вот, например, несколько отрывков из записей радиопереговоров, касающихся медико-биологических исследований на борту станции.

17.06.71 04.26\*\*

**ЗАРЯ.** На следующем витке проведите функциональную пробу с аппаратурой.

**ЯНТАРЬ-3.** Кан у нас с составом атмосферы?

**ЗАРЯ.** Нормальный у вас состав.

**ЯНТАРЬ-3.** Следите за кислородом.

**ЗАРЯ.** Кислород у вас в норме. Земля смотрит за этим.

20.06.71 00.59

**ЗАРЯ.** Если у вас есть данные под рукой, сообщите, что вы сделали за сутки по медицине...

**ЯНТАРЬ-2.** Мы прантически делаем все эксперименты, которые нужны...

**ЗАРЯ.** Ясно, спасибо, молчите.

**ЯНТАРЬ-2.** Я веду тщательный учет потребления

\* По материалам книги «Салют» на орбите» (см. стр. 26).

\*\* Цифры указывают дату (число, месяц, год) и московское время (часы, минуты).

ки могут получать информацию со станций о наиболее вероятных местах скопления рыбы, основанную на наблюдениях биологической активности морского района.

Вообще изучение природных богатств Земли из космоса и атмосферных процессов может принести, по-видимому, наибольшую экономическую выгоду среди всех направлений космических программ.

### Какие новые возможности дают орбитальные станции для изучения влияния условий космических полетов на человека?

Более широкие возможности в отношении веса аппаратуры и пространства для ее размещения дают возможность проводить на орбитальных станциях большие комплексы медико-биологических исследований, и в частности фундаментальное изучение воздействия космических условий полета: невесомости, изменения суточных циклов, проникающей радиации на биологические процессы у различных организмов, от простейших до человека. Важную проблему представляет оценка оптимальной доли участия человека и автоматики в управлении полетом, проверка действий человека в аварийной ситуации.

В печати можно встретить высказывания о том, что орбитальные станции представляют большой интерес для создателей космической техники. В чем он состоит?

Орбитальная станция — это полигон для отработки и испытания агрегатов и систем. В скором будущем регулярные попуты транспортных кораблей дадут возможность возвращать узлы станции на Землю, ремон-

тировать и заменять их другими, более совершенными.

На орбитальных станциях можно проводить отработку методов сборки и монтажа конструкций, систем причаливания и стыковки космических кораблей, крупных антенн для радиоастрономии и космической связи, оптических рефлекторов и лазерных отражателей.

Орбитальные станции, очевидно, будут использоваться в качестве стартовых баз для межпланетных кораблей и как ступени для сборки кораблей и других орбитальных станций. На станциях будут проходить обучение и тренировку космонавты перед дальнейшими космическими рейсами.

Большой интерес к космическим «природным условиям» проявляют технологи. Их увлекает глубокий вакуум, невесомость, низкая температура, отсутствие активного окислителя — кислорода воздуха, отсутствие тепловой конвекции и другие особенности космического пространства, исключительно ценные для ряда технологических процессов.

В частности, представляется перспективной плавка металла, удерживаемого во взвешенном состоянии магнитным полем, получение пенистых материалов, например, сталей, не тонущих в воде, получение сплавов из материалов, не смешивающихся в обычном состоянии (например, из металла и стекла). Очевидно, целесообразно будет вырабатывать в невесомости крупные кристаллы для полупроводниковой и лазерной техники, получать сверхчистые материалы, организовывать на орбите производство вакцин.

Сейчас трудно предвидеть все возможности, которые открывает космос для технологии, но бесспорно, что создание

пищи, воды. Товарищам, которые интересовались, сообщаю: я пишу все. Готовим материалы по работе системы. Пишем уже сейчас. Мы на корабле разделились, у каждого есть круг вопросов для подготовки отчетов. Так что все делаем, как положено

24.06.71 07.33

ЗАРЯ. Изменился ли у вас аппетит и на какой процент рациона вы съедаете?

ЯНТАРЬ-1. Мы едим все подряд. Чтобы не портился аппетит...

ЗАРЯ. Испытываете ли вы потребность в физических упражнениях?

ЯНТАРЬ-1. Вообще забег не мешало бы сделать часа из полтора. Погонять с мячином. А так каждую свободную минуту мы стараемся использовать для физкультуры...

ЗАРЯ. Поняли. Сообщите физические упражнения, которые вас больше всего утомляют и с чем это связано?

ЯНТАРЬ-1. Сейчас я уточню у ребят... Таких упраж-

нений нет. Есть желание нагружаться.

ЗАРЯ. Еще вопрос. Вызывают ли головокружение упражнения с резкими движениями головой?

ЯНТАРЬ-1. Нет.

ЗАРЯ. Постоянно ли вы пользуетесь системой натяга на нагрузочных костюмах?

ЯНТАРЬ-1. Да, пользуемся постоянно нагрузочными костюмами, даже стараемся спать в них, по возможности.

25.06.71 22.12

ЯНТАРЬ-2. Сейчас я занимаюсь физкультурой. Упражнения рекомендованные. Большую нагрузку получил. Устал. Даже понравилось.

ЗАРЯ. Это хорошо. Наши медики очень радуются, что ты так хорошо поработал.

ЯНТАРЬ-2. Попробовал выполнить все, как сказали, и нагрузил себя.

ЗАРЯ. Ну вот, видишь, как все хорошо...

ЯНТАРЬ-2. Так я не знаю, хорошо это или плохо.

ЗАРЯ. Хорошо, хорошо. Медики говорят, хорошо.

17.06.71 11.56

ЗАРЯ. Есть один вопрос. Сколько раз и в каких режимах по времени и разрежению применялась вакуумная емкость каждым из вас? Ответ можете подготовить на завтра, если его сейчас нет.

ЯНТАРЬ-1. Поняли. Вакуумная емкость — хорошая штука. Я пробовал, доходил до разрежения 100 миллиметров, и все отлично. Перегрузки не те, что на Земле, гораздо меньше, и поэтому можно безопасно давать большую величину вакуума.

26.06.71 10.14

ЗАРЯ. Янтарь, Заря слушает. Чего там вздыхаешь?

ЯНТАРЬ-1. Вздыхаю оттого, что я разбираюсь здесь в медицинских датчиках. О боне ты мой!

ЗАРЯ. Сколько концов-то?

космических заводов или цехов на базе орбитальных станций может произвести переворот во многих отраслях техники.

**Орбитальная станция «Салют» была многоцелевой станцией. Появятся ли специализированные орбитальные станции, как, например, это характерно для спутников?**

Планы использования долговременных орбитальных станций в основном говорят за то, что это будут многоцелевые станции. Однако не исключается и их определенная специализация. Станции, предназначенные для изучения ресурсов Земли, исследований атмосферы, должны выводиться на орбитально невысокие орбиты, а для изучения Солнца, проведения астрономических и радиоастрономических наблюдений целесообразно выводить станции на орбиты с высотой порядка десятков или даже сотен тысяч километров.

Для исследования Луны, по-видимому, будут созданы станции на окололунных орбитах. Они послужат трамплином для периодических высадок экспедиций на Луну. Такого рода вылазки можно будет осуществлять на специальных лунных кораблях, пристыкованных к станциям.

**Какими путями, по вашему мнению, может пойти дальнейший прогресс в создании орбитальных станций?**

Начальные этапы в освоении космоса орбитальными станциями уже намечались созданием советской станции «Салют», введенной на орбиту весной 1971 года, и американской «Скайлэб», запуск которой намечен на весну 1973 года. Это представители поколения относительно небольших станций с экипажем от 3 до 12 человек и

макетный образец станции «Салют» во время наземных испытаний и проверки (интерьер рабочего отсека).

сроком существования на орбите до одного года. В основу их конструкции заложен опыт создания орбитальных и лунных космических кораблей.

Для выведения подобных станций на орбиту в собранном виде должно хватить мощности одной ракеты-носителя. В крайнем случае станции будут собираться на орбите из двух-трех блоков. На станциях предусматриваются стыковочные узлы для причаливания транспортного корабля, который доставляет на станцию, а затем возвращает на Землю экипаж.

Дальнейший прогресс, вероятно, пойдет по пути сборки на орбите станций, рассчитанных на экипаж до 20 человек и срок существования — до 10 лет.

И, наконец, следующий этап, который можно представить себе, но уже в отдаленном будущем, — это создание сверхкрупных многоцелевых базовых станций с экипажем от 50 до 120 человек.

**Возможно ли создание полностью автоматизированной орбитальной станции?**

Вполне возможно. Это будут, по-видимому, специализированные станции. Беспилотные станции будут периодически посещаться обслуживающим персоналом, который осуществляет настройку и ремонт аппаратуры, проверку научного оборудования, замену магнитных и фотопленок и сбор различной информации.

**Что можно сегодня сказать о конструкции крупных орбитальных станций и особенно-стях их монтажа в космосе?**

**ЯНТАРЬ-1.** Ой, ой, ой, молодцы ребята-медики! Ох, молодцы! Правая рука, левая нога...

В радиопереговорах «Салюта» с Землей часто идет речь о биологических экспериментах с растениями.

19.06.71 21.58

**ЗАРЯ.** Как растения? Как снабжаете их влагой?..

**ЯНТАРЬ-2.** Ну, растения — это наша любовь. Растут, растут. Ухаживает. Винтор за ними, меняет режим. Они сами растут. Там влага внутри. Здесь поливать нельзя. Все разлетится.

20.06.71 08.36

**ЗАРЯ.** Просьба есть. Производить подпитку растений водой дважды в сутки — в начале и в конце.

**ЯНТАРЬ-3.** Ясно, в инструкции написано 1 раз.

**ЗАРЯ.** Понял, понял... Но нужно дважды. Сообщите также общее состояние растений и наличие первых настоящих листьев. На следующих сутках сообщите. Поняли?

**ЯНТАРЬ-3.** Понял. Все понятно.

Экспериментам с растениями был посвящен телевизионный репортаж с борта станции «Салют», который затем транслировался по сети Центрального телевидения и интервидения. Вот отрывок записи, сделанной во время этого телерепортажа.

22.06.71. Телерепортаж

**ЗАРЯ-25.** Сегодня мы просим вас рассказать о биологических экспериментах, связанных с воздействием невесомости на рост и развитие высших растений. Не могли бы вы начать ваш репортаж?

**ЯНТАРЬ-1.** Заря, я Янтарь-1. Представляю слово Янтарь-2. У нас много отсеков с научной аппаратурой. Он сейчас поливает в одному из них и покажет вам сами объекты исследований.

**ЗАРЯ-25.** Мы вас отлично видим.

**ЯНТАРЬ-2.** Товарищи, мы сегодня можем продолжить

знакомство с нашей орбитальной станцией, с большой и обширной программой научных экспериментов. Мы расскажем то, что в наших силах, то, что позволяет нам время, о большом комплексе биологических исследований, которые проводятся на борту. Я сейчас вам покажу отсек, специальный отсек, в котором находятся наши любимцы, 9 растений. Но для этого мне придется плыть.

**ЗАРЯ-25.** Прощание будет недолгим, мы будем наблюдать за вами.

**ЯНТАРЬ-1.** Я вам хочу показать специальный отсек, где у нас расположен контейнер с растениями. Этот контейнер получил название «Оазис».

**ЗАРЯ-25.** Вот как раз сейчас на зрительном мы отлично видим контейнер.

**ЯНТАРЬ-1.** В этом контейнере находится 9 вегетационных мешочков, в которых были привезены сюда, на орбиту искусственного спутника Земли, семена различных растений.

**ЗАРЯ-25.** Каних?



**ЯНТАРЬ-1.** Я сейчас затрудняюсь сказать. Я могу их перепутать, потому что они не выросли настолько, чтобы их различать.

**ЗАРЯ-25.** Но все-таки растут?

**ЯНТАРЬ-1.** Вот росточки этих растений. Вы, наверное, их видите сейчас. Первый росточек появился через два дня после того, как мы привели в рабочее состояние этот контейнер. Вторым появился вот тот росточек, который уже обогнал первый, и у него появились даже четыре небольших листочка. Видите? После этого появились росточки в мешочках № 2 и № 1.

**ЗАРЯ-25.** В первом мешочке у вас растет лен...

**ЯНТАРЬ-1.** Мы постоянно наблюдаем за этими растениями, нам доставляет удовольствие следить за тем, как они прорастают. И мы ежедневно по несколько раз в день заглядываем в наш зеленый уголок. Растениям здесь созданы нормальные условия. Они дважды в сутки подпитываются специальным раствором и освещаются тремя специальны-

ми лампами. Кроме «Оазиса», в этом отсеке еще находится блок, в котором расположены семена других растений, подные бантерии, дрожжи, хлорелла.

**ЗАРЯ-25.** Спасибо большое. Мы с удовольствием продолжили бы этот разговор, но ваша станция уходит из зоны видимости, мы прощаемся с вами, желаем вам счастливого полета, всего вам доброго. Счастливого полета.

А вот записки, сделанные во время других телевизионных репортажей.

**15.06.71. Телерепортаж**

**ЗАРЯ-25.** Как вы меня слышите?

**ЯНТАРЬ-2.** Янтарь-2 на связи.

**ЗАРЯ-25.** Мы вас отлично принимаем. Нам бы хотелось, чтобы вы рассказали об эксперименте по сердечно-сосудистой системе.

**ЯНТАРЬ-2.** Одна из наиболее важных задач, которая ставится перед нами в этом полете,— это проведение медицинских экспериментов. Накопленная информация

позволит нашим ученым сделать правильные выводы о возможности длительного пребывания человека в космосе.

Сегодня мне хотелось бы познакомиться вас с одним из таких экспериментов... Я сейчас вам все покажу поближе.

**ЗАРЯ-25.** Пожалуйста. Кстати, Владислав Николаевич, как вы себя чувствуете? Как весь экипаж?

**ЯНТАРЬ-2.** Экипаж чувствует себя отлично, чему в немалой степени способствовала наша подготовка на Земле.

Вот сейчас, дорогие товарищи, вы видите Виктора Пацаева, который готовится к проведению очередного медицинского обследования. Помогает ему командир корабля Георгий Добровольский. А сейчас Винтор Пацаев показывает аппаратуру, на которой происходит регистрация физиологических параметров.

**27.06.71. 05.35. Телерепортаж**

**ЗАРЯ-25.** Очень многие телезрители и радиослуша-



Проектными проработками орбитальных станций различных типов в последние годы занимаются довольно активно. В частности, несколько вариантов было рассмотрено различными американскими фирмами. Это большие базы-станции весом в сотни тонн, рассчитанные на экипаж в 50—100 человек. На станциях планируется создание искусственной силы тяжести, а для питания электроэнергией предусматривается ядерная энергетическая установка.

Центральный вопрос в создании крупных станций — это выбор оптимальной формы и методов монтажа на орбите. Мнения специалистов сходятся в том, что станции-базы будут собираться из нескольких типовых блоков различного размера. Станция может иметь вид тора, ступицы с лопастями, звезды, колеса, гантели и другие формы, позволяющие легко осуществлять вращение станции, за счет которого и появится искусственная сила тяжести.

Создание крупных станций потребует разработки эффективных методов монтажа в космосе, выбора рациональных способов приключения к стыковки. В этом смысле представляет интерес сборка блоков станций с помощью специального корабля-буксировщика. Комплект сложной автоматической аппаратуры, с помощью которой осуществляется поиск выведенного на орбиту блока, захват его и стыковка с другим блоком в этом случае будет установлен только на корабле-буксировщике. Сами блоки будут иметь упрощенную аппаратуру, что резко снизит их стоимость. Корабль-буксировщик может быть оснащен полностью автоматизированной системой управления, системой дистанционного управления с Земли или с борта орбитальной станции и осуществлять сборку в космосе без присут-

В. Н. Волков и В. И. Пацаев в полете на борту «Салюта». Подготовка к взлету проб крови (снимок слева). Г. Т. Добровольский и В. Н. Волков в полете на борту «Салюта» (снимок справа).

ствия людей. Возможен вариант буксировщика с ручным управлением.

Из того, что Вы рассказали, следует, что одна из важных задач — создание транспортного космического корабля многократного действия. Как решается эта проблема?

Несомненно, транспортный корабль, который мог бы доставлять на околоземную или окололунную орбиту или на лунные базы-станции, экипаж и грузы, детали станций, ракеты для межпланетных полетов и совершать рейсы снова и снова, подобно самолету, такой корабль в будущем станет совершенно необходимым. Это мнение всех специалистов.

Интерес к транспортному кораблю многократного применения имеет не только техническую, но и экономическую основу. По прогнозам, с появлением такого корабля стоимость вывода на орбиту одного килограмма полезного груза значительно снизится. По данным зарубежной печати, специалисты НАСА, например, полагают, что эта стоимость упадет с 1330—1550 долларов (во столько обходится сейчас вывод одного килограмма) до 220 долларов. Кроме того, транспортные корабли предполагается использовать как средства спасения космонавтов, терпящих бедствие на орбите.

Предварительные исследования показали наиболее вероятную схему транспортного

тели хотят узнать, как вы питаетесь.

ЯНТАРЬ-3. Пища наша либо в баночках, либо в тубах. В пакетиках десерт: чернослив, цукаты. Пища в тубах подогревается на двух подогревателях. Все это хранится в двух холодильниках. Холодильники очень большой емкости. В специальных контейнерах хранятся тубы и соки.

ЗАРЯ-25. Вы находитесь в космосе 22 дня. Изменился ли ваш вес?

ЯНТАРЬ-3. Думаем, что нет.

ЗАРЯ-25. Чем вы занимаетесь в свободное от работы время?

ЯНТАРЬ-3. У нас его очень мало. В свободное время читаем, у нас есть библиотека. Слушаем музыку, у нас есть магнитофон с пленками.

В переговорах с Землей экипаж «Салюта», естественно, уделяет много внимания работе бортовых систем.

10.06.71. 00.51

ЗАРЯ. Доброе утро.

ЯНТАРЬ-1. Доброе утро. Докладываю. На борту все в порядке. Сейчас Янтарь-2 проделал физкультурные упражнения на дорожке. Янтарь-3 отдыхает. В период времени с 16.00 до 18.30 гудел вентилятор... Очевидно, в него что-то попало. Мы нашли к нему доступ. Открыли панель... Пока после 18.30 такого гудения не было. Можно ли перейти на 2-й вентилятор?

ЗАРЯ. Понял вас. Можно. Во время физкультуры проделайте такой эксперимент. Тот, кто делает физкультуру, должен на некоторое время включить беговую дорожку и пробовать по ней, а наблюдающий должен через иллюминатор спускаемого аппарата наблюдать за колебаниями батарей. При этом нужно визуально оценить период и амплитуду колебаний.

9.06.71. 08.29

ЯНТАРЬ-1. Я вчера проводил ориентацию перед закруткой, очень хорошо управляетесь корабль, очень хорошо слушается.

ЯНТАРЬ-2. Веду контроль программного разворота. Вот заметно работают двигатели, наблюдаем в иллюминатор с первого поста. Танке вспыхив, вспыхивают. Наблюдаем развороты корабля, работают сопла, все идет нормально.

9.06.71. 10.00

ЯНТАРЬ-2. Двигатель включился, ведем отсчет времени.

ЗАРЯ. Понял вас. ЯНТАРЬ-2. Включение двигателя плавное, сейчас заметно, как идет корабль.

ЗАРЯ. Понял вас.

ЯНТАРЬ-2. Немного подрагивает, подрагивает машина.

ЯНТАРЬ-1. Двигатель отработал 73 секунды, выключился от интегратора.

ЯНТАРЬ-3. Параметры двигателя в норме.

ЗАРЯ. Понял вас, понял, Янтарь-2. Телеметрия подтверждает: двигатель отработал 73 секунды.

Космонавты рассказывали руководителям полета о ходе научных эксперимен-



корабля. Он будет состоять из двух ступеней — разгонной (может быть использован самолет-разгонщик или специальная ракета-носитель) и орбитальной с экипажем на борту. Орбитальная ступень предполагается крылатым аппаратом, способным маневрировать в космосе и в атмосфере. Взлет будет вертикальный, а посадка второй и обеих ступеней горизонтальная, «по-самолетному» — на аэродром. Корабль рассчитывается на большую грузоподъемность и длительную эксплуатацию (по данным американской печати, например, до 10 лет; при числе полетов не менее 100, полезный груз, который выводится на околоземную орбиту, — около 300 тонн).

Создание транспортного космического корабля выдвигает массу проблем. Одна из главных и трудноразрешимых — пробле-

ма теплозащиты при входе орбитальной ступени в плотные слои атмосферы. Важными и сложными являются также проблемы обеспечения устойчивости при спуске и посадке, создание двигателей многократного включения (до 100 раз), усовершенствование командно-измерительных комплексов, систем жизнеобеспечения и многие другие.

В перспективе на космических кораблях, в том числе и транспортных, будет эффективной и установка ядерных двигателей.

Появление транспортных космических кораблей окажет стимулирующее воздействие не только на освоение околоземного пространства, но и на более активное освоение Луны и осуществление межпланетных перелетов.

Беседу записал М. ИЗЮМОВ.

тов, о метеорологических наблюдениях.

18.06.71 07.24

**ЯНТАРЬ-3.** Хорошо слышите, да? В установленное время был проведен эксперимент с «Орионом», второй режим, по второй звезде тарта № 3. Работу начал в 06.34, программирование включил в 06.45. Звездоизлучение 10, 30, 90, 270 прошли нормально. Потеряли свой цвет все лампочки подсветки — зеленая, оранжевая и белая. А в остальном все нормально. Доклад окончен.

**ЗАРЯ.** Третий пусть продолжаете работать. Группа управления считает его работу нормальной.

**ЯНТАРЬ-1.** Да, он тоже очень доволен.

**ЗАРЯ.** Янтарь-3, вам напоминание. Перед началом второй половины эксперимента не забудьте проверить включение пятого пульта управления научной аппаратуры.

**ЯНТАРЬ-3.** Не забуду. Я готовлюсь долго: тщательно протираю зашумевший иллюминатор и стелю визира, заранее прицеливаюсь. Так что все нормально.

**ЗАРЯ.** Отлично, отлично. По предварительным данным первой частью эксперимента все довольны.

**ЯНТАРЬ-3.** Да, получилось неплохо. Мы тоже довольны, и объект стоял хорошо, и автоматика держала все хорошо.

18.06.71 13.21

**ЯНТАРЬ-3.** Докладываю обстановку по «Ориону». Была работа по третьей звезде. Работа прошла успешно, за исключением того, что последнюю выдержку 810 секунд из-за восхода Солнца не удалось сделать и пришлось ограничиться выдержкой 720 секунд. В остальном же все нормально. Нехватка времени получается из-за того, что очень долго подсвечивается антенна...

**ЗАРЯ.** Понял вас, Янтарь-3, спасибо за информацию.

**ЯНТАРЬ-3.** Пожалуйста.

27.06.71 13.42

**ЯНТАРЬ-2.** Запишите наблюдения циклона:

Южная часть Америки. Координаты: 22 градуса восточной долготы и 46 южной широты. Мощный зарождающийся циклон. Время наблюдения 13.39.

**ЗАРЯ.** Принято.

25.06.71 04.31

**ЯНТАРЬ-1.** Наблюдали циклон в 03.22 — 12 градусов северной широты, 128 градусов восточной долготы. Очень сильный.

**ЗАРЯ.** Принято. До конца сеанса одна минута. Мы поняли. Конец связи.

21.06.71 14.21

**ЯНТАРЬ-3.** Примите небольшую радиogramму.

# РАССКАЗ О СТАНЦИИ «САЛЮТ»

В издательстве «Машиностроение» готовится к печати монография «Салют» на орбите, созданная большим авторским коллективом — учеными, конструкторами, космонавтами. В книге будет рассказано о научных исследованиях, выполненных на «Салюте» — первой в мире долговременной орбитальной лаборатории, о ее экипаже, об устройстве станции, программе полета. В числе авторов книги — героический экипаж «Салюта» — Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков, В. И. Пацаев; в книгу вошли материалы их научных отчетов, записные книжки космонавтов, стенограммы переговоров с Землей. Редакционную коллегию книги возглавляет профессор М. Н. Васильев.

Ниже публикуются в кратком изложении отрывки из двух глав книги, посвященных устройству станции «Салют» и программе медико-биологических исследований.

Станция «Салют» — это целый комплекс, в который входит рассчитанный на многократное посещение орбитальный блок (именно его часто называют орбитальной станцией «Салют»), выводимый на орбиту без экипажа, и транспортные корабли «Союз», каждый из которых выводится на орбиту своей ракетой-носителем. После стыковки транспортного корабля часть его бортовых систем выключается, а энергетическое обеспечение остальных берет на себя орбитальный блок. Переход экипажа из транспортного корабля в орбитальный блок

и обратно осуществляется через стыковочный узел, без выхода в открытый космос. «Салют» — первый из космических аппаратов, где предусмотрена возможность ремонта и замены аппаратуры силами экипажа. Для этого имеются запасные узлы и блоки, необходимые приспособления и инструмент.

Орбитальный блок станции «Салют» выводится на орбиту без общего защитного обтекателя. Лишь некоторые наружные элементы, например, солнечные батареи, иллюминаторы, антенны, защищены мест-

«Ленинград. Участникам всеозонного съезда метеорологов.

Ваш юбилейный вкворм должен раскрыть немало тайн природы. Работать можете спокойно. А мы посмотрим за погодой.

Экипаж станции «Салют»: Добровольский, Волков, Пацаев».

В записках радиотелефонных переговоров «Салюта» с Землей можно встретить упоминания об особенностях работы в непривычных космических условиях и об обычных земных проблемах, например, о нехватке времени, о сне и отдыхе, самочувствии и настроении.

18.06.71 22.19

ЯНТАРЬ-2. Только что проснулся, спал порядка 7 часов. Выспался хорошо. Самочувствие хорошее. Остальные члены экипажа сейчас отдыхают.

ЗАРЯ. Где остальные спят? В рабочем отсеке?

ЯНТАРЬ-2. Да. Опять на потолке, возле фильтров. Ногами уперлись по обе стороны и спят.

26.06.71 18.41

ЯНТАРЬ-1. О каких исследованиях идет речь?

ЗАРЯ. Медицинских. То, что вы сегодня не сделали, завтра нужно выполнить все точно. Дополнительно мы дадим вам, в какое время выполнять все по «Полному»\*.

ЯНТАРЬ-1. Дело вот в чем. Когда идут динамические операции, то мы ведем с ним подготовку. Потом у нас идет разбор, чтобы в следующий раз, когда попросят, уж быть готовым к какому-то анализу. Это учитывайте все. Мы стараемся работать так же, как на Земле, только тут условия

работы совсем иные. А объем работ стараемся выполнять земной. Отсюда и дефицит времени.

9.06.71 11.44

ЗАРЯ. Ответ на ваш вопрос по «Пингвину»\*. Металлическая пластинка должна находиться выше голеностопного сустава. Регулирование пластинки по высоте может производиться с помощью шнуровой, находящейся в области нижней части голени. Для ликвидации неприятных ощущений прогните пластину по форме ноги. Для натяга амортизаторов подтяните тесемки, находящиеся на месте задних ремней обычных брюк, в складке оболочки «Пингвина».

ЯНТАРЬ-2. В костюме Янтарь-1 отлично себя чувствует.

\* Комплекс приборов медицинского контроля.

\* Костюм для условий невесомости. Создает дозированную физическую нагрузку.

ными обтекателями и крышками, которые сбрасываются после прохождения плотных слоев атмосферы.

Некоторые агрегаты, узлы и приборы расположены снаружи орбитального блока станции «Салют». Это панели солнечных батарей; антенны системы сближения орбитального блока с транспортным кораблем; сигнальные огни, по которым ориентируются при ручном причаливании транспортного корабля к орбитальному блоку; внешние телевизионные камеры; теплообменники системы терморегулирования; панели с датчиками для исследования потока микрометеоров; наружные блоки звездного телескопа «Орион»; ионные датчики, позволяющие ориентировать станцию в пространстве.

Орбитальный блок станции, по сути дела, делится на три отсека (см. стр. 28, 29). Два из них — рабочий и переходный — герметичны, здесь размещается экипаж и установлено практически все оборудование станции. Третий отсек — агрегатный — негерметичен, «общается» с космическим пространством. В нем расположены топливные баки, двигатели системы ориентации и управления движением (СОУД) — их часто называют системой исполнительных органов (СИО) — и корректирующая двигательная установка (КДУ).

Имеющиеся на станции двигатели позволяют ей выполнять необходимые маневры при сближении с транспортным кораблем; производить ориентацию станции на произвольную точку небосвода, в частности, при

работе со звездным телескопом «Орион»; производить маневры для изменения орбиты станции; ориентировать (а в дальнейшем автоматически поддерживать эту ориентацию) станцию таким образом, чтобы плоскости солнечных батарей были направлены на Солнце; осуществлять «закрутку» станции по оси, перпендикулярной плоскости солнечных батарей.

Конструкторы станции сумели создать для ее экипажа просторные жилые помещения, удобные посты для ведения научной работы и управления станцией. Всего таких постов семь. Пост № 1 — центральный пост управления станцией; посты № 2 и № 6 служат для проведения ручной астроориентации и астронавигации станции; посты № 3 и № 7, откуда ведется управление научной аппаратурой; пост № 4 — управление научной аппаратурой и медицинские исследования; пост № 5 — управление звездным телескопом «Орион».

В районе поста № 1 есть столик, за которым космонавты могут принимать пищу, резервуар с питьевой водой, а также подогреватели пищи. Здесь находится «бытовой» магнитофон, кассеты с записями, библиотека, альбом для рисования.

Внутри рабочего отсека, по всей длине его стен расположены рамы, на которых установлена научная аппаратура и приборы, входящие в оборудование станции. От жилой зоны приборные рамы отгорожены съемными панелями интерьера. Для того,

(О окончании см. на стр. 31).

14.06.71 03.12

ЯНТАРЬ-2. Давайте нам больше «Маяков». Мы очень нуждаемся без них. Их очень хорошо слышно над Южной Америкой. В другом месте нигде не прослушивается.

ЗАРЯ. Вы нороткие волны слушаете?

ЯНТАРЬ-2. На норотных хорошо слышно, когда приходишь в район звонатора, Южной Америки. Там я сразу выключаю наше КВ, и так хорошо на душе.

ЗАРЯ. Жаль, что заслушаться нельзя и послушать.

ЯНТАРЬ-2 Да, вот именно обидно, очень обидно.

12.06.71 02.24

ЯНТАРЬ-1. Теперь о психологии. Мне кажется, психологам волноваться нечего. Единственное, что надо, так это физику проводить втроем. И чаще. Во-первых,

друг на друга люди будут смотреть... Надо заставлять себя делать физкультуру. Надо увеличить время занятий примерно до 30 минут. Все новые операции стараться планировать так, чтобы их делать вдвоем, втроем. Кан минимум вдвоем. Так и для дела лучше.

ЗАРЯ. О физкультуре. Можете заниматься втроем по 30—40 минут.

ЯНТАРЬ-1. Ясно. Теперь о работе. Все новые операции вы тоже планируете для троих. Работу с датчиками «Полинома», устранение неисправностей — это вообще можно только втроем делать. Это к тому же интереснее будет...

ЗАРЯ. Понял вас.

ЯНТАРЬ-1. И, кроме того, операцию повторять легче будет.

17.06.71 07.31

ЗАРЯ. Янтарь-2, вы помните Янтарю-3, что на следующем витке у него закрутка.

ЯНТАРЬ-2. Я их сейчас будить не стану, просто жално, устали ребята.

ЗАРЯ. Не надо, не надо сейчас. Пусть отдыхают...

12.06.71 08.11

ЗАРЯ. Янтарь-2, к вам еще один вопрос есть. Успеваете ли вы делать эксперименты и принимать информацию?

ЯНТАРЬ-2. Понимаете, все равно туговато со временем. Сейчас, например, готовим «Полином». Мы потратили на это 1 час 20 минут.

ЗАРЯ. Понял все.

ЯНТАРЬ-2. Трудность в том, что человек не зафиксирован в кресле... Все разлетается; одно ставишь, другое улетело. Вот, например, минут 20 резинку искали — улетела. И начинаешь из угла в угол носиться за ней. Кинокамеру, например, готовили 40 минут. Называю цифры, чтобы вы имели представление. Туго приходится по времени...

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОРАБЛЬ «СОЮЗ»

## ПЕРЕХОДНЫЙ ОТСЕК

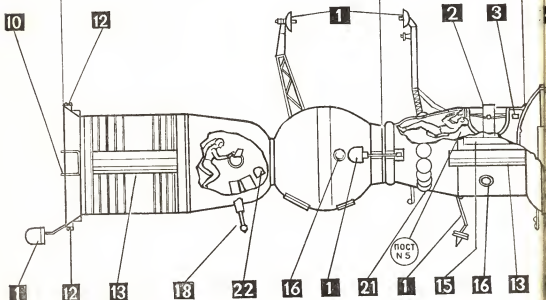


Схема устройства станции «Салют»:

1. Антенны радиотехнической системы сближения; 2. Звездный телескоп «Орион»; 3. Аппаратура для биологических исследований; 4. Регенерационная установка; 5. Ручная

иниофотоаппаратура; 6. Аппаратура исследования антенных систем; 7. Звездный фотоаппарат; 8. Комплекс средств профилактики и медицинских исследований; 9. Аппаратура исследования потоков заряженных частиц; 10. Антенны радиосистем; 11. Баки

27.06.71 03.27

ЯНТАРЬ-1. У нас вопрос по графику сна. Получается, что в 12.40 третий должен лечь спать, а в 14 поднимается второй. В это время первый тоже отдыхает.

ЗАРЯ. Правильно. Потихонечку начнем выравнивать вас. Понял меня?

ЯНТАРЬ-1. Насчет выравнивания понял. А станцию можно оставить без присмотра?

ЗАРЯ. Решение группы управления есть. Меня поняли правильно.

ЯНТАРЬ-1. Я-то понял. Но нам что-то не хочется этого делать.

ЗАРЯ. Делайте, делайте, как указано в программе. Все идет хорошо. На борту полный порядок. Не вздыхай, надо выполнять. Группа управления говорит, что этот распорядок необходим.

ЯНТАРЬ-1. Понял.

ЗАРЯ. Надо выполнять

распорядок. Мы четко следим по телеметрии за приборами и, если надо, то поднимем вас, не волнуйтесь.

18.06.71 13.21

ЗАРЯ. Янтарь-3, поскольку нас завтра не будет здесь, примите от группы поздравление по случаю дня рождения.

ЯНТАРЬ-3. Спасибо, спасибо.

ЗАРЯ. Мы желаем Вам всего хорошего, на завтра Вам там готовят поздравление. От души поздравляем вас.

ЯНТАРЬ-3. Спасибо.

ЗАРЯ. Да, да, ну и соку вам на завтра, целую тубу. Янтарь-1 найдет вам что-нибудь по этому поводу. До завтра.

11.06.71. 09.50

ЗАРЯ. Янтари, коллектив группы управления прино-

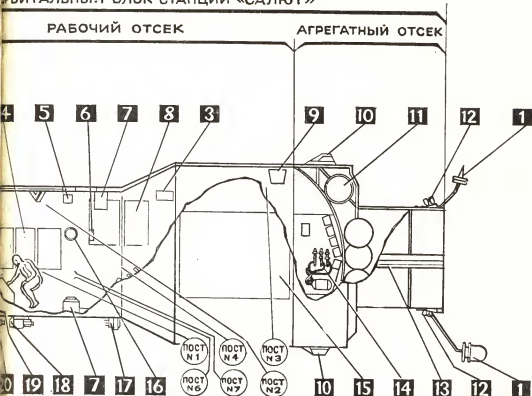
сит вам искреннюю благодарность за работу в течение этих суток. Желает вам хорошо отдохнуть, встретить новый трудовой день с новыми силами, в бодром настроении.

ЯНТАРЬ-2. Спасибо. Приятно слышать оценку. Если мы будем чувствовать себя как сегодня, все будет идти нормально.

И еще один телевизионный репортаж...

25.06.71. Телерепортаж

ЯНТАРЬ-1. Прделана очень большая работа, исключительно важная по своему научному содержанию работа. У нас заканчивается более чем трехнедельный полет. Сейчас экипаж проводит подготовительные работы для спуска. Проходит укладка оборудования, документация, части научной аппаратуры в транспорт-



с рабочим телом для системы исполнительных органов и ориентирующей двигательной установки; 12. Двигатели ориентации; 13. Панель солнечной батареи; 14. Санитарно-гигиенический узел; 15. Датчик микрометеоритов; 16. Иллюминатор; 17. Аппарату-

ра регистрации потоков нейтронов и гамма-излучения; 18. Визирное устройство; 19. Бортовая вычислительная машина; 20. Солнечный датчик; 21. Баллоны системы обеспечения газового состава; 22. Контейнер с материалами исследований.

чий корабль. На Землю пойдет очень много интересного материала, который с нетерпением ждут ученые, инженеры, техники, рабочие. Кроме того, мы чисто по-человечески соснутились по земному и с нетерпением, конечно, будем ждать возвращения на Землю.

**ЗАРЯ-25.** Мы вас отлично видим. Скажите, пожалуйста, чем вы сейчас будете заниматься.

**ЯНТАРЬ-1.** Сейчас? Вот Янтарь-2, он раньше ложится спать, у него время сна подойдет раньше. Затем я лягу, потом Виктор Иванович Пацаев. Затем поднимемся, подкрепимся перед сном и пойдем на посадку...

**ЗАРЯ-25.** Вы знаете, дорогие друзья, мы все с огромным вниманием следили за вашим беспримерным полетом, восхищались вашим мужеством и действительно прекрасной работой. Мы

желаем вам счастливого возвращения на родную Землю.

**ЯНТАРЬ-1.** Большое спасибо. До скорой встречи на родной Земле.

**ЗАРЯ-25.** Действительно, до скорой встречи на родной Земле.

**ЯНТАРЬ-1.** Не волнуйтесь, у нас все будет хорошо.

**ЗАРЯ-25.** Мы абсолютно в этом уверены. Счастливого вам полета и успешного приземления.

**ЯНТАРЬ-1.** Большое спасибо.

**ЗАРЯ-25.** Занавчиваю последний сеанс космовидения, еще раз счастливого полета и мягкой посадки.

И последние сеансы связи. Последние радиопереговоры с Землей...

29.06.71 16.49

**ЗАРЯ.** Добрый день.

**ЯНТАРЬ-2.** Доброе утро. **ЗАРЯ.** Как самочувствие?

**ЯНТАРЬ-2.** Самочувствие хорошее.

**ЗАРЯ.** А настроение?

**ЯНТАРЬ-2.** Как всегда. Идем по графику. Сейчас костюмы будем одевать. Все в порядке. Состояние систем на борту «Союза» в норме.

**ЯНТАРЬ-2.** Как погода в районе?

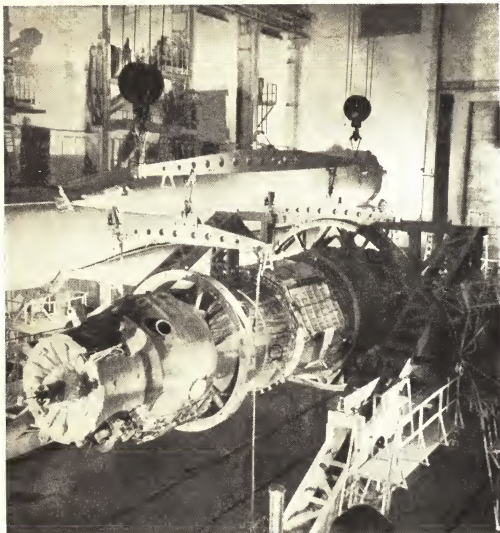
**ЗАРЯ.** Отличная погода, все готово, ждем вас.

29.06.71 21.15

**ЗАРЯ.** Дать команду на закрытие переходного люка.

**ЯНТАРЬ-2.** Даю команду.

**ЗАРЯ.** По закрытию переходного люка открыть люк спускаемого аппарата, проверить его еще раз и потом промониторировать закрытие его.



**ЯНТАРЬ-3.** Транспарант «люн-лаз отырит» погас

**ЗАРЯ.** Все понятно. Расстыковку разрешаю.

**ЯНТАРЬ-3.** Команда «Расстыковка» подана в 21.25.15.

**ЯНТАРЬ-2.** Прошло разделение, прошло разделение... Визуально наблюдаем расхождение. Станция пошла слева от нас, с разворотом.

**ЗАРЯ.** Посадка будет происходить за 10 минут до восхода Солнца.

30.06.71 00.16

**ЯНТАРЬ-2.** Все в норме... Все хорошо. Самочувствие хорошее...

**ЯНТАРЬ-1.** Идем по программе, Поেমингу появ-

ляется Земля. Начинаем ориентацию. Справа летит станция. Здорово, красивая. Сейчас начинаем ориентацию.

**ЯНТАРЬ-3.** У меня виден горизонт по нижнему срезу иллюминатора.

**ЯНТАРЬ-2.** Горит транспарант: «Признак «Спуск» Запрет меток СОУД горит. Нормально.

**ЗАРЯ.** Есть.

**ЯНТАРЬ-1.** Проверили системы. Все в норме. У меня уже повернулся горизонт. Станция выше меня.

**ЗАРЯ.** До свидания, Янтари. До следующего сеанса связи.

Выполнив большой объем научно-исследовательских и экспериментальных работ,

успешно и в полном объеме завершив программу полета, первый экипаж «Салюта» на транспортном космическом корабле «Союз-11» возвращается на родную землю. Уже на самом финише полета, длившегося почти целый месяц, нелепая случайность оборвала жизнь отважных исследователей космоса. Но бессмертен их подвиг, и история навсегда сохранит имена трех героев. Благодарное человечество никогда не забудет своих сыновей, не побоявшихся бросить вызов неизвестному и до конца выполнявших свой долг перед родной страной, перед наукой. Людей открывших новую страну в познании огромного мира, в котором мы живем, положивших начало исследованиям Земли и Вселенной с долговременных орбитальных лабораторий.



(Окончание: см стр. 27)

чтобы космонавтам легче было ориентироваться в невесомости, каждая плоскость обитаемого отсека окрашена другим цветом. По левому и правому борту рабочего отсека находятся спальные места. В районе санузла установлен пылесос (для достаточно большой космической станции, рассчитанной на длительную работу в условиях невесомости, борьба с запыленностью и загрязнением оказывается важной проблемой).

На борту станции «Салют» действует целый ряд систем, таких, как система управления бортовым комплексом (СУБК); система электропитания (СЭП), в которую, помимо солнечных батарей, входит постоянно подзаряжаемая ими аккумуляторная батарея большой емкости; поддерживающая заданную температуру и влажность воздуха система теплорегулирования (СТР) с наружными «горячими» (то есть размещенными на солнечной стороне) и «холодными» теплообменниками; система обеспечения жизнедеятельности (СОЖ), которая обеспечивает экипаж разнообразной пищей, сменным бельем, имеет ассенизационно-санитарные устройства, различные бытовые принадлежности, средства тренировки, профилактики и медицинского контроля; система обеспечения газового состава (СОГС), выделяющая в атмосферу кислород и поглощающая углекислый газ и вредные примеси; система стыковки и внутреннего перехода (ССВП); система телеизмерений; комплекс средств связи, включающий аппаратуру для двусторонней радиотелефонной связи с Землей на коротких и ультракоротких волнах, для внутренней связи между отсеками станции, для передачи на Землю телевизионного изображения и телеметрической информации, для проведения траекторных измерений и приема с Земли команд управления.

При проведении научно-исследовательских работ на станции «Салют» серьезное внимание уделялось изучению сердечно-сосудистой системы космонавтов во время их беспрецедентного по продолжительности полета. Это прежде всего связано с тем, что состояние системы кровообращения человека подвержено влиянию многих внешних факторов, в том числе и силы земного тяготения. Система кровообращения исследовалась, если можно так сказать, в двух режимах — в состоянии относительного покоя и «под нагруз-

кой», при выполнении тех или иных физических упражнений. Во втором случае исследования очень напоминали физиологические эксперименты, проводимые в наших земных лабораториях: в работе одновременно участвовало два космонавта; один из них выполнял роль испытуемого, другой — исследователя. При этом бортовая аппаратура позволяла регистрировать и передавать на Землю или записывать в бортовой магнитный накопитель информации три программы, три комплекса физиологических параметров, по пять различных параметров или характеристик в каждом.

Анализируя результаты физиологических исследований, медики отметили, что если учитывать индивидуальные нормы и особенности членов экипажа, то можно считать, что за время космического полета продолжительность около месяца сохраняется достаточная функциональная полноценность аппарата кровообращения.

Несколько раз в течение полета брались пробы крови для последующего их анализа на Земле. В дальнейшем в процессе такого анализа определялась лейкоцитарная формула, число лейкоцитов и тромбоцитов на тысячу эритроцитов, содержание в крови сахара, мочевины, холестерина.

В клеточном составе крови особых изменений отмечено не было. Другие исследования показали, что также практически остались без изменений характеристики газообмена.

В числе многих других была проведена серия экспериментов, связанных с кратковременной — до пяти минут — имитацией силы тяжести. На «Салюте» имелась установка, по внешнему виду напоминавшая бочку, в которой можно было поддерживать разрежение воздуха определенной величины. Космонавты погружались в эту «бочку» до пояса, и под действием разрежения у них усиливался приток крови в области ног и таза. То есть частично воссоздавались условия, связанные с действием силы тяжести. Одновременно с этим регистрировались многие физиологические характеристики.

В целом можно сказать, что медико-биологические эксперименты, проводившиеся во время полета станции «Салют», дали очень много важной информации. Они внесли большой вклад в дело организации длительных космических полетов, и в частности в решение проблемы создания долговременных орбитальных станций.

На орбитальной станции «Салют» была осуществлена широкая программа научных и технических исследований, проводившихся как с участием экипажа, так и в периоды беспилотного полета орбитального блока, управляемого радиокомандами с Земли.

## ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА

Все меньше остается людей, имевших счастье видеть, слышать и лично знать Владимира Ильича. Автор книги «Памятные встречи» относится к их числу.

П. С. Виноградская пишет о Владимире Ильиче Ленине и его соратниках, видных деятелях Коммунистической партии и Советского государства Я. Свердлове, Н. Крупской, А. Коллонтай, И. Арманд, а также о деятелях международного рабочего движения К. Либкнехте, К. Цеткин, Ю. Мархлевском и других, с которыми ей пришлось соприкоснуться в работе.

Член партии с марта 1917 года, участник Октябрьской революции, П. С. Виноградская воссоздает портреты своих замечательных современников, старших товарищей по революционной борьбе на фоне историче-

ских событий тех незабываемых дней.

Живое свидетельство очевидца, книга «Памятные встречи» по-новому высвечивает ряд малоизвестных эпизодов первых послеоктябрьских лет.

Будучи секретарем Моссовета, П. Виноградская познакомилась с Владимиром Ильичем тотчас же после переезда правительства в Москву. Она вела протокол заседания коммунистической фракции IV Чрезвычайного Всероссийского съезда Советов, где В. И. Ленин выступал с речью о ратификации Брестского мирного договора.

Как член редакции журнала «Коммунистка», руководителем которого была Н. К. Крупская, она часто бывала и в кремлевской квартире Ленина и в Горках, могла наблюдать Владимира Ильича в домашней обстановке, среди родных и близких.

Сердцевина книги — воспоминания о В. И. Ленине и Н. К. Крупской; в них много неизвестных эпизодов и подробностей, добавляющих новые штрихи к портрету Владимира Ильича.

В прекрасной памяти П. С. Виноградской сохранился ряд любопытных де-

талей, свидетельствующих, в частности, об исключительно теплом, внимательном, заботливом отношении Ильича к Надежде Константиновне. Глубоко трогателен впервые ставший известным из этих воспоминаний эпизод о зятяном Лениным семейном празднике, дне рождения Надежды Константиновны, с «именинным» пирогом из пшена.

Интересны и другие главы книги, посвященные людям ленинской когорты. П. С. Виноградская сопровождала Я. М. Свердлова в его последнюю поездку на Украину весной 1919 года. За эти несколько дней у нее накопились столько впечатлений, что ей удалось нарисовать живой, обаятельный образ Свердлова.

В жизни П. С. Виноградской было действительно много памятных встреч, и она рассказывает о них в своей книге с тем мастерством, которое отличает и другие ее книги — «Женя Маркс», «Фердинанд Ласаль» — и ее воспоминания об Октябрьской революции в Москве: «События и встречи».

Доктор исторических наук В. ДАЛИН.

П. С. Виноградская. *Памятные встречи. «Советская Россия»* Москва, 1972 г., 205 стр.

## Н О В Ы Е К Н И Г И

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

Вопросы научного атеизма. Редколлегия: А. Ф. Окулов (отв. ред.) и др. Вып. 13. 455 с., 1 р. 69 к.

Сборник открывается разделом, посвященным 50-летию юбилею работы В. И. Ленина «О значении воинствующего материализма». Здесь публикуются статьи известных советских философов — академика Б. М. Кедрова, члена корреспондента АН СССР И. Т. Новчука и профессора А. Ф. Окулова.

Издание содержит большой материал по проблеме формирования и развития массового атеизма, изменению социальной структуры социалистического общества, широко используются данные конкретно-социологических исследований.

СЛЕПОВ Л. А. *Возрастание руководящей роли партии в строительстве коммунизма*. 85 с., 15 коп.

В брошюре освещена одна из коренных проблем революционного преобразования общества на основе марксистско-ленинского учения. Исходя из основных положений, выдвинутых и обоснованных XXIV съездом КПСС, автор показывает, что вопрос о руководящей роли партии в коммунистическом строительстве стал узловым в борьбе между марксистами-ленинцами и представителями различных форм ревизионизма. В работе рас-

крывается историческая закономерность возрастания руководящей роли партии в период строительства коммунизма.

ИВАНОВ Б. И. *Воспоминания рабочего-большевика*. 176 с., 28 коп.

Автор этой книги — представитель ленинской гвардии профессиональных революционеров. В 1915 году, после шестого ареста, царские власти выслали его в Туруханский край. Об условиях жизни политических ссыльных в «гиблой Туруханке», об их негасимой вере в победу над царизмом, в силы российского пролетариата и его ленинской партии рассказывает книга.

Летопись Севера. Т. VI Сборник по вопросам исторической географии, истории географических открытий, исследования и экономического развития Севера. 304 с., 1 р. 80 к.

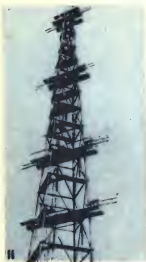
В этом издании в доступной форме освещается история географических открытий, исследований и хозяйственного освоения Севера. В очередном выпуске описывается освоение Колыского полуострова, открытие уникальных богатств и их использование.

Новые оригинальные материалы публикуются и по далекой истории Севера — о географии русских былин на севере России, о древней Новгородской колонии на Аляске, об истории парокходства на Печоре в конце XIX и начале XX в., о новых следах острова «Диамид» в море Лаптевых, об общественном строе юкагиров в XIX в. и др.



Рационализаторы одного из ленинградских заводов создали оригинальный аппарат на воздушной подушке для поездок по суше и по воде на небольшие расстояния. «Бриз» — так назвали конструкторы этот аппарат — построен на базе серийно выпускаемых советской промышленностью азросаней. Воздушная подушка создается двумя блонами центробежных вентиляторов, которые приводятся в действие двигателями от автомобиля «Москвич-407». «Бриз» может одновременно перевозить до десяти пассажиров со скоростью около ста километров в час.



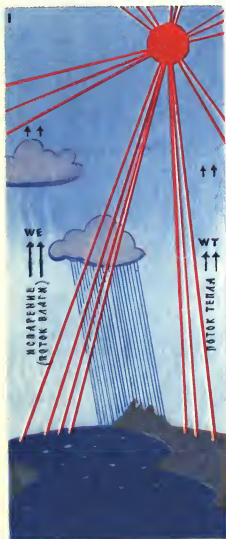


II  
Метеорологическая  
вышка с приборами.



III  
На корабле «Академии Курчатова» установлены приборы для изучения взаимодействия атмосферы и океана.

## ИЗМЕРЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ



VI  
Летающая лаборатория.



Подвижная мачта с приборами.



VII

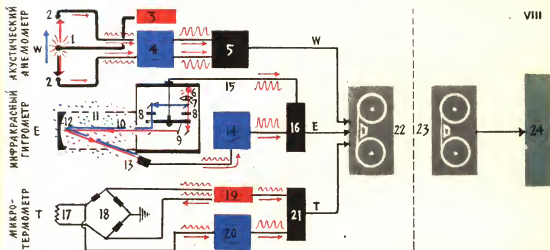


Буй-лаборатория  
в Средиземном море.



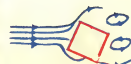
Экспериментальная база  
в Каспийском море.

Схемы приборов: 1 — излучатель; 2 — приемники; 3 — генератор ультразвука; 4, 14 и 20 — усилители; 5 — фазометр; 6 — источник света; 7 — линза; 8 — фильтры; 9 — об-  
ъектор; 10 — промодулированные лучи; 11 — пары воды; 12 — зеркало; 13 — приемник;



15 — опорный сигнал; 16 и 21 — синхронные детекторы; 17 — датчик температуры; 18 — измерительный мост; 19 — генератор напряжения; 22 и 23 — магнитофоны; 24 — ЭВМ.

#### Исследования в аэродинамической трубе.





Шахматные фигурки. Конец 1750-х годов.

Табакерка. 1750-е годы.

Чайники из сервиза В. М. Долгорукого. 1760-е годы.



# ПЕРВОЕ РУССКОЕ «ПОРЦЕЛИНОВОЕ ДЕЛО»

**Л. НИКИФОРОВА,**  
старший научный сотрудник Государ-  
ственного Эрмитажа, хранитель коллек-  
ции русского фарфора.

Фото В. Приймченко.

История фарфора насчитывает более ты-  
сячи лет. С его изобретением связано не-  
мало приключений и трагических судеб.  
Его «открывали» несколько раз, в разные  
эпохи, совершенно заново и самостоятель-  
но. Как известно, впервые фарфор появил-  
ся в Китае. В течение многих столетий ки-  
тайцы оставались единственными постав-  
щиками этого звонкого товара на мировом  
рынке.

Через восемь веков фарфор был изоб-  
ретен второй раз, теперь уже в Европе, в  
Саксонии. Король Саксонский Август Силь-  
ный не менее ревностно охранял завет-  
ную тайну. Разглашение ее квалифициро-  
вали как государственное преступление.  
Тонкими, прозрачными сосудами, сделанны-  
ми в Альбрехтсбурге — замке в Мейсене,  
где в 1710 году была открыта первая в  
Европе фарфоровая мануфактура, могли  
любаваться лишь короли и вельможная  
знать.

В первой половине XVIII века своего  
фарфора в России не было. За привозной  
фарфор платили огромные деньги.

Петр I тайно посылает в Мейсен верно-  
го человека Ю. Кологривова, который на-  
деется «с божьей помощью» подкупить  
какого-нибудь «каркиста» (так в XVIII веке  
называли мастера, связанного с производ-  
ством фарфора, от латинского «alga-sapiti»,  
что значит «тайна») и заполучить секрет  
производства. Видимо, эта затея кончилась  
провалом.

В 1713 году Петр I поручил русскому  
министру при прусском дворе А. Головки-  
ну подыскать за границей хорошего масте-  
ра-керамиста для работы в России. Голов-  
кин завел переговоры с голландцем Эгге-  
брехтом, проживавшим в Дрездене и полу-  
чившим королевскую привилегию на владе-  
ние фаянсовой фабрикой. Осенью этого  
же года Эггебрехт, оформленный на служ-  
бу «его царского величества... яко надвор-

ный порцелинный<sup>1</sup> мастер», прибыл в Пе-  
тербург и сразу же «был к делу употреб-  
лен», как значится в архивных документах.  
К сожалению, на этом всякие сведения о  
нем обрываются.

В 30-е годы XVIII века появилась мысль за-  
имствовать секрет фарфорового производ-  
ства в самом Китае через специальных лю-  
дей, которых тайный кабинет включал в  
состав торговых караванов, отправлявшихся  
в Пекин. Однако, несмотря на огромные  
затраты, и эти попытки успехом не увен-  
чались.

В 1724 году Мануфактур-коллегия издает  
указ, гарантирующий всевозможные приви-  
легии тем, кто пожелает заняться изгото-  
влением керамической, или, как тогда гово-  
рили, ценнинной посуды, которая из бе-  
лой глины делается. Об этом коллегия  
«приказали в Москве публиковать с бара-  
банным боем и в пристойных местах вы-  
ставлять билеты». В результате в России  
появилось несколько «ценнинных» фабрик.  
Об одной из них, принадлежащей москов-  
скому купцу А. К. Гребенщикову, сохрани-  
лись довольно подробные сведения. Фаб-  
рика начала выпускать майолику — срав-  
нительно тонкую глазурованную керами-  
ческую посуду — крупную, разнообразную  
по форме, сочно расписанную кобальтом.  
Ею пользовались не только в московских и  
подмосковных дворцах; майоликовые сер-  
визы присылались в Петербург в царский  
дворец. Честь открытия этого нового вида  
керамики принадлежит Ивану Гребенщико-  
ву — сыну основателя фабрики, талантливо-  
му изобретателю, блестяще овладевшему  
гончарным народным ремеслом.

Первая фарфоровая фабрика в России  
была организована лишь при Елизавете  
Петровне, в сороковые годы XVIII столе-  
тия.

Порцелиновую мануфактуру решили  
устроить на левом берегу Невы, в 12 вер-  
стах от С.-Петербурга на месте кирпичных  
и черепичных заводов: на первых порых  
можно было использовать, хотя бы частич-  
но, готовые помещения, оборудование, лю-  
дей, знакомых с обработкой глины, и запас  
имеющегося топлива.

Надзор за будущей фарфоровой фабри-  
кой Елизавета Петровна поручила барону  
И. Черкасову, управлявшему в то время  
«Кабинетом ее величества» — личной кан-  
целярией императрицы, в ведении которой  
находились казенные заводы.

Приглашенный специалист, некогда ра-  
ботавший в Мейсене, совсем не торопился  
налаживать производство. Тогда решили  
приставить к иностранцу «для присмотру  
дела порцелина» своего русского челове-  
ка. Выбор пал на Дмитрия Ивановича Вино-  
градова, молодого бергмейстера (горного  
инженера), друга и сподвижника М. В. Ло-  
моносова. Через два года иностранец-шар-  
латан был отставлен, и «дело получения  
порцелина» целиком перешло в руки  
Д. И. Виноградова.

<sup>1</sup> В XVIII веке в России наряду со сло-  
вом «фарфор» бытовало «порцелин».





Перед молодым ученым встала задача создания в России совершенно нового производства.

Виноградову предстояло определить химический состав фарфоровой массы. Нужно было найти сырье, наладить его добычу и доставку. Требовалось также найти способы приготовления массы, состав глазури и способы глазурования. Совершенно особую тему изысканий представляли керамические краски, их изготовление и применение. Следовало создать специальные горны. Нелегко было подобрать и наиболее подходящее топливо, которое обеспечило бы оптимальный тепловой и газовый режим обжига.

Казалось, решить такое множество теоретических и практических задач под силу только большому и слаженному коллективу специалистов, а Виноградов был один. У него не было ни приборов, ни сколько-нибудь оборудованной лаборатории.

Кипучая энергия и нечеловеческие усилия Дмитрия Ивановича сделали невозможное. В конце 1746 года в России появляются первые «виноградовские» фарфоровые изделия.

Раскрытие многовековой тайны стоило ученому жизни. Перенапряжение физическое и духовных сил, постоянные подстегивания, угрозы и наказания со стороны барона Черкасова, который всячески стремился угодить императрице, надломил здоровье Виноградова.

Больной, лишенный средств к существованию, Дмитрий Иванович писал Черкасову: «За что я ни примусь, то почти все у

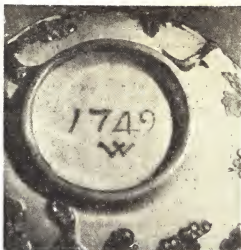
Отдельные предметы из «собственного» сервиза императрицы Елизаветы Петровны. 50-е годы XVIII века.

меня из рук вон валится, и в мыслях моих все странное вселяется: то какого рассуждения там ожидать, где только беспокойство жилище свое имеет. Команда у меня вся взята, я объявлен всем арестантом, я должен работать и показывать, а работные люди слушать и повиноваться должны другому. Меня грозят вязать и бить без всякой причины».

Доведенный до отчаяния, больной Дмитрий Иванович по распоряжению секретаря кабинета был прикован цепью к стене. Так всемогущий вельможа «сохранял» единственного в России человека, знавшего тайну изготовления фарфора. «Просидев» три дня на цепи, Виноградов умер. Ему было тогда 38 лет.

В отличие от своих предшественников Виноградов вел подробные дневники всех экспериментальных работ. Ему принадлежит первая и единственная в истории керамики научная монография—«Обстоятельное описание чистого порцелина как сной в России при Санкт-Петербурге делается купно с показанием всех к тому принадлежащих работ». Монография сохранилась фрагментарно.

Ее изучением занялся советский ученый М. А. Безбородов. И в 1950 году рукопись Д. И. Виноградова была впервые напечатана, что дало возможность проследить весь



Дно чашечки с личной меткой Д. И. Виноградова. 1749 год.



Фарфоровая чашечка, сделанная Дмитрием Ивановичем Виноградовым. Поверхность чашки искусно оплетена рельефными виноградинами лозами многоцветной росписью. Это самая ранняя из расписанных сохранившихся вещей с виноградовской марной. 1749 год.

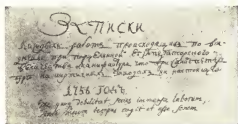
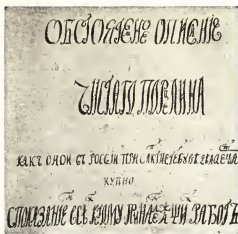


Табакерка с мопсиками работы Д. И. Виноградова. 1752 год.

ход мыслей и рассуждений Виноградова, ознакомиться с его многочисленными опытами и их результатами. В трудах бергмейстера впервые научно обоснован и описан не только состав фарфора, но и вся связанная с его получением сложнейшая технология.

В виноградовском фарфоре было три компонента — каолин, кварц и алебастр. Предварительно обработанные и измельченные, взятые в определенном процентном соотношении, они тщательно смешивались в однородную массу, которая затем подвергалась «вылеживанию». Длительность «вылеживания» влияет на качество изделий. В древние времена в Китае мастера заготавливали керамические материалы для своих правнуков, а сами работали на материалах предков. После «вылеживания» процент брака снижается почти в десять раз. В дневниках Виноградова неоднократно повторяются записи: «Приготовленные поныне чрез мои руки массы, и все для лучшего их созревания и получения твердейшей плотности, в погреб поставлены». Отформованные из массы изделия после просушки помещались в капсулы и подвергались первому обжигу, или откаливанию, как его называл Виноградов, в специальных фарфорообжигательных печах. Не случайно Виноградов придавал особенно большое значение устройству этих печей. Обжиг — это последний, завершающий этап всего технологического процесса. Только после обжига навеки фиксируется форма, и изделие становится прочным, а черепок его непроницаемым. Полученный после откаливания «бисквит» глазурировали. Много сил и времени потратил Виноградов, чтобы найти оптимальную толщину глазурного слоя. По его мнению, нужно, чтобы она (глазурь) толщиной в два бумажных листочка на посуде пристала. Советские ученые, исследовавшие толщину глазури современного фарфора, были чрезвычайно удивлены, узнав, насколько правильным оказалось определение Виноградова. Результаты современных исследований специалистов абсолютно совпали с данными Дмитрия Ивановича Виноградова.

Чтобы коэффициент расширения глазури и массы был одинаков, Виноградов приготавливал глазурь из той же «материи», что и фарфоровую массу, только вместо алебаstra брал еще более легкоплавкий мел. Глазурированные изделия подвергались второму большому обжигу. При этом бисквитная масса становится очень плотной, а глазурь, расплавляясь, соединяется с черепком. Сплаваясь в стекло, она растекается ровным блестящим покровом по всей поверхности изделия. Виноградов очень образно пишет об этом втором обжиге: «Тихий огонь, как только возможно, в течение двадцати четырех часов все усиливается и наконец так жесток станет, что все будет журчать и шуметь. Сей огонь должно держать в равноте еще шесть часов. То порцелин чрез себя в стекло становится, и огустев в прозрачный камень, из которого огонь рубить можно. Через час все отверстия в нижней части



Сахарница работы Д. И. Виноградова.  
1752 год.

печи перекрывались, и топка прекращалась. Трое-четверо суток раскаленная печь остывала. Затем входные ее проемы разбирали и капсулы с посудой выносили.

Теперь изделия предстояло расписать. «Краски и малавание придают фарфору что ни лучшую красоту и приятство, особливо когда они хороши и в надлежащем месте употреблены будут». В журнале лабораторных работ Виноградова перечислено около ста рецептов надглазурных красок. Дмитрий Иванович приготавливал краски на скипидаре и называл их «финифтя-

Виноградову принадлежит первая и единственная в истории керамики научная монография — «Обстоятельное описание чистой porcelain...». На фото — титульный лист и начальная страница записей Д. И. Виноградова.

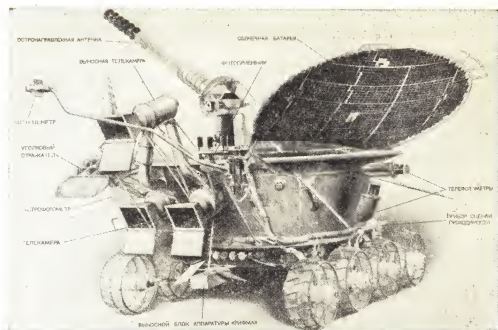
ными». Чтобы краски прочно закрепились на поверхности, расписанный фарфор Дмитрий Иванович обжигал третий раз в особой муфельной печи. Стекло, входящее в состав краски, расплавлялось, и она, по меткому выражению Виноградова, «вжигалась» в глазурь.

В предисловии к своей монографии Виноградов писал: «...дело porcelain химиию за основание и за своего главнейшего производителя имеет...» Здесь же он изложил мотивы, которые побудили его вести записи. «Главная причина сего моего предприятия есть, чтоб я и будущие по мне, кому сие дело поручено будет, из сего описания, точно могли ведать, каким образом в деле porcelain прежде работы производились с успехом или недостатком, также в чем какая погрешность была и чрез какой способ она исправлена, и сие того ради дабы впредь опять в чем какинбудь погрешности не учинить, и вновь бы того в поте лица не искать, что уже прежде с великим трудом искано и найдено и верными опытами засвидетельствовано... и последняя причина наивяще в том состоит, чтобы обманщики и волочаги впредь нас так легко обмануть не могли».

Изделия самого Виноградова — эти первые образцы отечественного фарфора составляли украшение музейных коллекций. Некоторые из них имеют марку «W», указывающую, что они были сделаны самим создателем русского фарфора.

Самые ранние вещи «виноградовского» периода (в силу технического несовершенства производства) были мелкими. Это камзольные и кафтанные пуговицы, черенки для ножей и вилок, пасхальные яйца, шпажные эфесы, колокольчики, набалдашники для тростей, переплетные наборы. Их легче было формировать и обжигать в маленьких ручных горнах. Затем стали выпускать чайную посуду, фигурки, табакерки, а с 1756 года — фарфор «большой руки»: столовые сервизы, вазы-ароматницы и пр. Виноградовская посуда имеет свои особенности. Во-первых, она чрезмерно громоздка и массивна. Таково было требование барона Черкасова — «делать вещи, что толще, то лучше». Во-вторых, буквально каждая вещь исполнена самостоятельно и заново (даже если это сервизные приборы). Поэтому все изделия 40—60-х годов XVIII века уникальны.

С изобретением русского фарфора перестала существовать пресловутая тайна, веками занимавшая умы человечества. Если «Порцелиновая мануфактура», как записал в своем дневнике Д. И. Виноградов, была создана «к высочайшему ее императорского величества удовольствию», то к концу XVIII века в России насчитывалось уже несколько частных фарфоровых мануфактур, а к середине XIX века — около сотни.



ВТОРОЙ ИЗ СЕМЕЙСТВА  
ЛУНОХОДОВ

8 января 1973 года, в 9 часов 55 минут по московскому времени, с всемирно известного теперь уже космодрома «Байконур» стартовала ракетная система, которая вывела на промежуточную орбиту искусственный спутник Земли, а за-



# СХЕМА ПОЛЕТА СТАНЦИЙ: «ЛУНА-21»



тем с этой орбиты на траекторию полета к Луне—автоматическую станцию «Луна-21». На второй день полета — 9 января — была проведена коррекция траектории, необходимая для того, чтобы станция вышла в расчетную точку окололунного пространства. 12 января при подлете к Луне было осуществлено торможение станции, и она перешла на почти круговую селеноцентрическую орбиту с максимальной высотой над поверхностью Луны — 110 километров, минимальной— 90 и с временем обращения вокруг Луны — 1 час 58 минут. Затем, в соответствии с программой полета, 13 и 14 января были проведены две коррекции, и «Луна-21» перешла на эллиптическую орбиту, переселений которой уже очень близок к лунной поверхности — минимальное

расстояние до нее составило 16 километров. (Столь «низкие» орбиты искусственного спутника Луны возможны потому, что на ней нет атмосферы, которая, как известно, тормозит движущееся тело.)

В ночь с 15 на 16 января с помощью унифицированной посадочной ступени была проведена сложная операция схождения с окололунной орбиты и мягкой посадки станции на поверхность Луны. Мгштабы операции характеризует, в частности, то, что обработку траекторных измерений и вычисление исходных данных для подачи команд управления вели независимо друг от друга три вычислительных центра Академии наук. Первоначально станция была точно сориентирована в пространстве, «опираясь» своими датчиками на Солнце и Землю. За-

тем точно в заданное время включился тормозной двигатель, и «Луна-21» на участке переселения, то есть на высоте около 16 километров, начала сходить с орбиты искусственного спутника Луны, начала многоступенчатый маневр прилунения.

Прилунение шло по достаточно сложной «пологой» кривой — с момента торможения станция должна была пройти до заданного места посадки общее расстояние 250 километров, опустившись при этом лишь на 16 километров. Полет на участке снижения корректировался с учетом сигналов бортового радиовысотомера, измерявшего вертикальную составляющую скорости и бортового радиолокатора, контролировавшего ее горизонтальную составляющую. В соответствии с расчетной программой спуска и точно ориентируясь по данным комплекса измерений, тормозной двигатель автоматически выключился на высоте 2 километров и включился на высоте 750 метров. Уже у самой поверхности Луны, когда до нее оставалось всего полтора метра (!), по команде бортового гамма-высотомера включились двигатели мягкой посадки, и «Луна-21» коснулась поверхности Луны в заданном районе — на восточной окраине Моря Ясности, внутри кратера Лемонье. Это произошло 16 января в 01 час 35 минут.

А примерно через два с половиной часа — в 04 ча-



са 14 минут — после контроля бортовых систем и осмотра местности, по трапу станции на лунную поверхность сошел «Луноход-2». Так же, как его предшественник «Луноход-1» (он проработал на Луне более 10 с половиной месяцев — с 10 октября 1970 года до 4 ноября 1971 года; прошел расстояние 10 540 метров; передал на Землю около 200 лунных панорам и 20 тысяч снимков лунной поверхности; исследовал физико-механические свойства грунта в 500 точках), самоходный аппарат «Луноход-2» оснащен разнообразной аппаратурой для проведения широкого круга научных исследований.

На третий день после посадки, 20 января, «Луноход-2» энергично начал путешествие по Луне — за время одного лишь сеанса связи, продолжавшегося более 6 часов, он прошел расстояние в 1148 метров, удалившись от посадочной ступени на 1050 метров.

Успешная доставка на Луну и начало работы «Лунохода-2» — это большой,



убедительный успех советских ученых, конструкторов, рабочих, всех, кто трудится на важном участке широкого фронта космических исследований, создавая автоматы для изучения космоса. В активе этого направления уже достаточно много станций, решивших научные задачи различной сложности,

и в том числе 3 «Марса», 8 «Венер» и 21 «Луна».

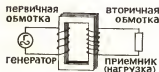
На луноходе и посадочной ступени станции «Луна-21» установлены Государственный флаг СССР, вымпелы с барельефом В. И. Ленина, изображением Государственного герба Советского Союза и надписью «50 лет СССР».





# ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРА

Кандидат технических наук Я. ШНЕЙБЕРГ.



Для начала — несколько общезвестных истин.

Принцип действия трансформатора основан на явлениях электромагнитной индукции. Переменный ток первичной обмотки создает в замкнутом ферромагнитном сердечнике переменный магнитный поток, который, пронизывая вторичную обмотку, индуцирует в ней электродвижущие силы. Если вторичную обмотку соединить с приемником энергии, то под действием электродвижущей силы в ней возникнет ток той же частоты. Напряжение на зажимах вторичной обмотки зависит от соотношения числа витков обеих обмоток и может быть больше или меньше напряжения источника питания. Так электрическая энергия с помощью переменного магнитного поля передается из первичной обмотки во вторичную.

Трансформатор — один из наиболее экономичных и распространенных электромагнитных аппаратов. Общая мощность силовых трансформаторов, работавших в 1970 году в энергосистемах нашей страны, превосходила 1 млрд. киловатт-ампер. Трансформаторы используются не только при передаче и распределении электроэнергии, но и для разнообразных преобразований переменного тока.

Слово «трансформатор» сегодня прочно ассоциируется со схематическим образом, приведенным в начале нашего рассказа. Между тем трансформатор существовал, обладая совсем другой внешностью, задолго до того, как сложилась его современная конструктивная схема, изображенная на рисунке.

Пробораз трансформатора — индукционная катушка имела разомкнутый сердечник — металлический стержень. На нем располагались две обмотки — одна поверх другой. Так как первичная обмотка подключалась к батарее постоянного тока, то для создания переменного магнитного потока в сердечнике в цепь обмотки включался прерыватель.

## ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА ПОЛУЧАЕТ БОЕВОЕ КРЕЩЕНИЕ

Индукционная катушка, спираль, или катушка Румкорфа, индукторный, бобина. Под такими названиями в технической и справочной литературе, школьных и вузовских учебниках можно встретить описание широко известного физического прибора.

Бобина и сегодня применяется для воспламенения горючей смеси в двигателях внутреннего сгорания. С помощью этого простого прибора с двумя обмотками, расположенными на стальном сердечнике, от батареи постоянного тока с напряжением 6—12 вольт можно получить импульсы тока высокого напряжения, достигающего нескольких тысяч вольт. Еще большей популярностью прибор пользовался в былые времена. В одном из учебников по электротехнике, изданном в Петербурге в 1905 году, в разделе «Спираль Румкорфа» писалось: «На практике спираль Румкорфа употребляется для медицинских целей, для производства взрывов, для фотографирования лучами Рентгена, для телеграфирования без проводов...»

Имя Румкорфа катушка получила в честь немецкого механика Генриха Румкорфа (1803—1877), основавшего в Париже мастерскую электромеханических приборов и придавшего в 1851 году катушке конструктивные формы, сохранившиеся на многие годы. На Парижской промышленной выставке 1855 года Румкорф был награжден орденом Почетного легиона, а через три года ему была присуждена премия Парижской Академии наук.

Заслуги Румкорфа бесспорны. Но, как можно показать не на одном примере, выдающиеся изобретения являются результатом усилий ученых, инженеров и техников разных стран. Это очень ярко иллюстрируется и историей создания индукционной катушки.

Французский инженер-электротехник А. Бреге в 80-х годах прошлого века писал по поводу изобретения Румкорфа: «Что касается индуктивной спирали, то нельзя отрицать, что она представляет действительно оригинальное изобретение, по которому заметны, что она представляет совокупность изобретений нескольких лиц. В первоначальном виде, данном ей творцами Массоном и Бреге, она давала чрезвычайно короткие искры, и только благодаря Физо, присоединившему к ней конденсатор, и Фуко, придавшему свой прерыватель, она смогла получить ту окончательную форму, под которой она называется спиралью Румкорфа по имени ее строителя».

Бреге не знал, что еще задолго до Румкорфа индукционная катушка была создана и с огромным успехом использована выдающимся русским физиком и электротехником Б. С. Якоби (1801—1874).

Шла Крымская война. Весь мир узнал имена адмиралов П. С. Нахимова и В. А. Корнилова, возглавивших героическую оборону Севастополя. Но до сих пор далеко не всем известно, как русские военные электротехники, установив электрические мины на заграждения на Черном и Балтийском морях, не только сковали действия вражеского флота, но и преградили ему путь к балтийским берегам.

...К Кронштадтским укреплениям приближалась огромная англо-французская эскадра, состоявшая из 80 кораблей



с 3 500 орудиями. Казалось, ничто не угрожает этой армаде. Вдруг у борта флагманского корабля «Мерлин» раздался сильный взрыв, вызвавший замешательство и панику у вышедших в моряков. Корабль подорвался на гальванических минах, установленных в 1854 году вдоль Балтийского побережья русскими минерами под руководством академика Якоби. Новое грозное оружие испугало вражеских адмиралов, и корабли противника вынуждены были покинуть Балтийское море. Английская газета «Геральд» посмеивалась над вице-адмиралом Непиром: «...пришел, увидел и... не победил. Он хотел продеть кольцо сквозь ноздри грозному Левнану и вместо кита поймал салакушку. Русские смеются, и мы смеемся на самом деле».

Для воспламенения электрического запала подводных «фугасов» (как их тогда называли русские минеры) была впервые применена индукционная катушка, созданная в 1843 году Б. С. Якоби.

Применявшиеся ранее в качестве источников питания гальванические батареи были очень громоздки и неудобны в употреблении. Кроме того, напряжение на зажимах батарей было невелико, и поэтому мины удавалось воспламенять лишь на расстоянии до 400 метров.

Создать компактный источник питания высокого напряжения — таково было задание Комитета о подводных опытах, занимавшегося усилением обороны портов.

Б. С. Якоби, хорошо осведомленный о новейших достижениях физики и уже известный созданием первого практически пригодного электрического двигателя, нашел блестящее по тому времени техническое решение. Он предложил воспользоваться открытием Фарадея — явлением электромагнитной индукции и применить индукционную катушку для того, чтобы повысить напряжение, получаемое от обыкновенной батареи. Так был создан «индукционный аппарат», или «каток», как его называли минеры.

Одна из конструкций аппарата Якоби с ртутным прерывателем изображена на рисунке. Этот прибор, как указывалось в архивных документах, обнаруженных советскими историками электротехники, производил «воспламенение пороха на ВСЯКОМ ПРОИЗВОЛЬНОМ (подчеркнуто нами. — Я. Ш.) расстоянии», будучи подключенным к обычной батарее. Именно эта особенность прибора Якоби обеспечивала ему широкое применение в русской армии, где были созданы специальные «гальванические команды».

Но так как изобретение Якоби было засекречено, о нем долгое время не было известно, и среди изобретателей индукционной катушки имя русского ученого не упоминалось. Как было установлено, Якоби кратко упоминал о своем аппарате лишь в одном из сообщений на заседании Петербургской Академии наук в 1845 году.

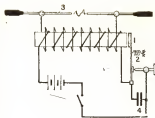
И, когда шесть лет спустя Румкорф торжественно оформлял права на свое изобретение, индукционный аппарат Якоби уже восьмой год исправно нес свою службу.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВЕЧА И ПЕРВЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ЯБЛОЧКОВА

Индукционная катушка превратилась в простейший трансформатор сразу после того, как она была включена в цепь переменного тока. Впервые это сделал в 1876 году талантливый русский электротехник Павел Николаевич Яблочков, 125-летие со дня рождения которого отмечалось в прошлом году.

П. Н. Яблочков вошел в историю электротехники прежде всего как создатель наиболее простой и надежной конструкции дуговой электрической лампы, известной под названием «электрической свечи».

Электрическое освещение положило начало массовому энергетическому применению электричества и поэтому сыграло важнейшую роль в становлении электротехники. Потребность в электрических источниках света была вызвана развивающимся производством, ростом городов,



На рисунке мы видим этот простейший трансформатор: детали принципиальной схемы так называемой катушки Румкорфа.

При замыкании цепи стальной сердечник притягивает пластинку прерывателя (1); при этом первичная цепь размыкается, сердечник размагничивается, и пружина (2) возвращает пластинку в исходное положение, вновь замыкая цепь. Этот процесс повторяется, и пластинка колеблется подобно молоточку электрического звонка. При замыкании и размыкании цепи первичной катушки во вторичной наводится электродвижущая сила, величина которой пропорциональна числу витков обмотки. В результате этого между электродами (3), подключенными ко вторичной обмотке, проскакивает искра. Конденсатор (4) способствует увеличению э. д. с. и резко повышает эффективность катушки.

Задолго до Румкорфа индукционная катушка была создана и с огромным успехом использована русским физиком и электротехником Б. С. Якоби.

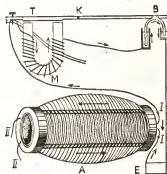
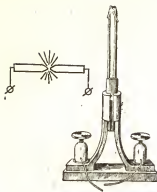


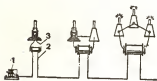
Схема включения индукционного аппарата Якоби дана по рисунку из книги по микному делу, изданной в 1876 году в Петербурге. В — батарея; А — сердечник с первичной (I—I) и вторичной (II-II) обмотками; М — электромагнит; Р — ртутный прерыватель; Т — якорь электромагнита, порождающий искру в точке К. К зажимам II-II подключался микный электрический запал.



Свеча Яблочкова. Два угольных электрода укреплялись в специальной подставке параллельно друг другу и изолировались слоем каолина. Для воспламенения свечи использовалась тонкая угольная пластинка, замыкавшая верхние концы электродов, после сгорания которой возникал дуга. Вместо каолиновой прослойки применялся смеск из различных керамических материалов и окислов металлов, придававших пламени свечи различную окраску. Нескольким свечам устанавливались в специальный фокьер, и после сгорания одной свечи автоматически включалась следующая.

Верху слева показано расположение электродов в дуговых лампах, предшествовавших свече Яблочкова. Возможна и такая электрическая схема, которая позволяла бы поднимать несильно свечей к одному генератору так, чтобы они работали независимо друг от друга? Яблочков предлагает способ «дробления» электрической энергии посредством индукционных катушек. Здесь приведен рисунок из французского патента на это изобретение, полученного П. Н. Яблочковым 36 ноября 1876 года.

Слева — прерыватель (1),



используемый в случае включения катушек в цепь постоянного тока. Первичные обмотки (2) катушек соединялись последовательно. Из схемы видно (и это подчеркивалось в патенте), что во вторичные цепи (3) катушек включались светильники, содержавшие от одной до трех свечей, и поэтому катушки имели различные размеры и рассчитывались так, чтобы да-

строительством крупных промышленных предприятий, общественных и торговых помещений. Керосиновое и газовое освещение уступало электрическому не только по силе света, оно отравляло воздух, вызывало частые пожары.

Еще на заре электротехники, в 1802 году, первый русский электротехник академик Василий Владимирович Петров, открывший явление электрической дуги, впервые указал, что ее необыкновенно ярким пламенем «...темный покой довольно ясно освещен быть может». Удивительное предвидение! Но прошло почти полвека, прежде чем идеи Петрова начали претворяться в жизнь.

При разработке конструкций дуговых ламп постоянного тока изобретатели столкнулись с двумя сложными проблемами: по мере сгорания электродов расстояние между ними увеличивалось и лампа гасла; кроме того, положительный электрод сгорал вдвое быстрее, и его приходилось делать большим, чем отрицательный.

Первые дуговые лампы, появившиеся в середине сороковых годов прошлого века, регулировались вручную. Вскоре стало очевидным, что без автоматического регулятора дуговая лампа не сможет получить широкое применение. Почти три десятилетия изобретатели разных стран трудились над созданием автоматических регуляторов для дуговых ламп, используя часовые механизмы, электромагниты и даже специальные электрические двигатели. Некоторые из них были весьма оригинальными, в частности дифференциальная лампа русского электротехника В. Н. Чикова, в которой был впервые применен электромагнитный регулятор.

Но лампы с регуляторами были громоздкими, сложными и довольно дорогими. Поэтому их использовали главным образом для мощных осветительных установок, например, маяков.

П. Н. Яблочков, критически изучив разнообразные конструкции дуговых ламп, предложил совершенно оригинальную лампу, не требовавшую регулятора и отличавшуюся простотой и надежностью. В отличие от других изобретателей, располагавших электроды друг против друга, Яблочков установил их параллельно, разделив тонким изолирующим слоем. По мере сгорания электроды «таяли» подобно свече, но расстояние между ними не изменялось, поэтому лампа и получила название «электрическая свеча». «Простота разрешения вопроса поистине изумительная», — писалось о свече в журнале «Электричество» в 1894 году. Оригинальность электрической свечи — замечательный пример новаторского инженерного решения технической проблемы, умения преодолеть консерватизм, смелого поиска принципиально новых конструктивных элементов. Творческий научный и инженерный подвиг нашего выдающегося соотечественника может и сегодня воодушевлять молодых ученых и инженеров.

Но как сделать, чтобы оба электрода сгорали равномерно?

Яблочков предложил включить свечу в цепь переменного тока. И это предложение было также чрезвычайно смелым и оригинальным, так как в те годы переменный ток был мало изучен и практически не применялся. Не удивительно поэтому, что в своих патентах Яблочков указывал на возможность питания свечи и от источника постоянного тока.

В марте 1876 года в Париже Яблочков получил патент на «электрическую свечу», вызвавшую всеобщее внимание и восторженный интерес.

Появление простого и интенсивного источника освещения небольшой мощности делало возможным его массовое применение также и для бытовых помещений. Но для этого необходимо было решить еще одну, не менее сложную проблему «дробления» электрической энергии, то есть разработать такую электрическую схему, которая позволяла бы подключать несколько свечей к одному генератору, чтобы они могли работать независимо друг от друга. Раньше каждая дуговая лампа обслуживалась отдельным гене-

ратором; теперь это уже становилось экономически невыгодным.

В результате многочисленных экспериментов Яблочков пришел к одному из самых выдающихся своих изобретений, вызвавшему переворот в электротехнике и получившему позднее название «трансформации переменных токов».

30 ноября 1876 года Павел Николаевич получает французский патент № 115793 на способ «дробления» электрической энергии посредством индукционных катушек. В патенте, в частности, указывалось: «...это изобретение заключается в распределении токов для освещения с применением индукционных катушек... позволяющих осуществлять раздельное питание нескольких осветительных приборов с разной силой света от единого источника электричества».

Дата выдачи П. Н. Яблочкову этого патента — день рождения первого трансформатора. Позднее в своем автобиографическом письме (конец 1892 года) Яблочков писал по этому поводу: «В конце 1876 года я изобрел способ деления токов посредством индукционных приборов (которые сейчас называют трансформаторами)».

Трудно назвать какое-либо изобретение в истории электротехники, которое получило бы столь быстрое и широкое распространение и оказало поистине революционизирующее влияние на все последующее развитие электротехники и энергетики, как свеча Яблочкова. «Русский свет» — так стали ее называть — освещал не только улицы, порты, промышленные, общественные и бытовые помещения Парижа, Лондона и Петербурга, но и дворцы персидского шаха и короля Камбоджи.

В Париже организуется Компания по эксплуатации патентов Яблочкова. Принадлежащая ей специальная фабрика производила до 8 тысяч свечей в день. Резко возросло производство электрических генераторов, проводов и кабелей, электродов, светильников и другой необходимой аппаратуры. Стали интенсивней развиваться электротехническая промышленность и электроэнергетика. Даже электрические генераторы в первые годы промышленного применения свечи маркировались не в единицах мощности, а по числу свечей, которые одновременно могли к ним подключаться.

Но для того, чтобы зажечь электрическую свечу, нужен генератор. Казалось бы, в каждом доме необходимо устанавливать небольшую электростанцию. А ведь это очень неэкономично. И Яблочков предлагает поистине фантастическое для своего времени техническое решение. «Освещение можно производить, не помещая машины в доме вовсе, а пользуясь током, как пользуются газом или водой», — говорил он в 1879 году в своей публичной лекции об освещении в Петербурге. Он предлагал производить электроэнергию на «электрических заводах». Так впервые была четко сформулирована идея централизованного производства и распределения электроэнергии. И в этом тоже огромная заслуга нашего соотечественника перед электротехникой.

### ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК НАЧИНАЕТ ЗАВОЕВЫВАТЬ СВОИ ПОЗИЦИИ

Изобретения Яблочкова поставили перед учеными и инженерами множество вопросов. Можно ли, например, ко вторичной обмотке подключать разные приемники? Пригоден ли для этих целей переменный ток? Каково влияние одного приемника на другой?

В начале сентября 1882 года посетители Всероссийской художественно-промышленной выставки в Москве, на которой демонстрировались новейшие достижения отечественной науки и техники, могли увидеть необычную для того времени электротехническую установку.

В «Павильоне товарищества электрического освещения Яблочкова» была установлена «шестисвечная машина с альтернативными токами» (так называли генераторы переменного тока, рассчитанные на определенное число свечей), в цепь которой было последовательно включено семь

ват индуктированный ток разного напряжения. Иными словами, это были трансформаторы с различными коэффициентами трансформации. Заслуживает внимания то, что схема Яблочкова содержит все элементы современной системы распределения энергии: первичный двигатель, электрический генератор, линию передачи, трансформаторы и приемники.



П. Н. Яблочков (1847—1894).

Можно привести множество высказываний современников Яблочкова, — виднейших ученых и инженеров, представителей научных обществ и фирм, в которых действовала восторженная оценка его изобретениям. Отметим лишь несколько:

«Свеча Яблочкова дала электротехнике такой же сильный толчок на пути разнообразнейших практических применений электричества, какой паровая машина Уатта дала применения пара в промышленности» (Н. П. Петров, академик).

«Успехи электрического освещения Яблочкова в 1878 году послужили исходной точкой для создания новой отрасли промышленности» (Д. Вестингауз, электротехник).

«Общество электрического освещения показало впервые на выставке (1889 года. — Я. Ш.) применение трансформатора для свечей Яблочкова. Применение трансформатора для свечей замечательно еще и тем, что оно составляет два изобретения одного и того же электрика, так как Яблочков, создавший первую электрическую свечу, был также первым, кто указал принцип и способ применения трансформаторов» (И. Фонте, электротехник).

За выдающиеся заслуги в развитии электротехники П. Н. Яблочков был удостоен почетной именной медали Русского технического общества с надписью «Достойному Павлу Николаевичу Яблочкову, его изградили французским орденом Почетного легиона, он был из-

браи в почетные члены Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете, ученые Фрэнции избрали его в действительные члены Французского физического общества.

Почти сто лет назад Яблочков выдвинул идею централизованного производства энергии на «электрических заводах». Как символично, что в вестибюле станции «Электровозовская» Московского метрополитена установлен барельеф с изображением нашего выдающегося электротехника, прославившего свою Родину!

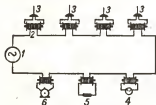
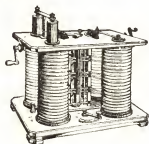


Схема распределения энергии посредством «бобины» Усагина. К генератору переменного тока (1) последовательно подсоединялись первичные обмотки индукционных катушек (2). Во вторичные обмотки включались различные приемники: свечи Яблочкова (3), дуговая лампа с регулятором (4), платиновая нагревательная спираль (5), электродвигатель (6).

Индукционные катушки, или «бобины», Усагина принципиально не отличались от тех, которые шесть лет назад применил Яблочков, но сердечник катушек был не сплошным, а набран из тонких проволок, а первичная и вторичная обмотки имели приблизительно одно и то же число витков, то есть имели коэффициент трансформации, равный единице. Усагин эмпирически установил размеры сердечника и сечение проводов обмоток своих «бобин» с учетом параметров генератора переменного тока.



Трансформатор Голяра и Гиббса. Четыре индукционные катушки с разномкнутыми стальными сердечниками укреплялись вертикально; их первичные обмотки соединялись последовательно, а вторичные имели несколько

индукционных катушек с различными приемниками. «Опыт удался блистательно», — отмечал в 1882 году журнал «Электричество» в статье «Распределение электрической энергии через индукцию». — Свечи горели прекрасно, лампа Ренье, платина и двигатель не хуже их исполняли свое назначение. Изобретение заслужило громкие и единодушные одобрения... Изобретателя приветствовали аплодисментами».

Создатель этой установки, лаборант профессора А. Г. Столетова в Московском университете Иван Филиппович Усагин (1855—1919) был награжден дипломом II степени.

Самым замечательным в этой установке было невиданное ранее одновременное и независимое друг от друга действие различных приемников переменного тока, подключенных посредством трансформаторов с разомкнутым сердечником к одному генератору. Как указывалось в журнале «Электричество», «одна часть от другой не зависит... по произволу мы можем уменьшать и увеличивать число приемников... без влияния на все остальные».

Таким образом, И. Ф. Усагин впервые убедительно продемонстрировал универсальность системы распределения электрической энергии посредством трансформаторов, предложенную Яблочковым, и показал, что переменным током можно питать не только электрические свечи, но и любые приемники, в частности электродвигатель.

Кроме того, как говорилось в той же статье, Усагин показал, что при напряжении на зажимах генератора около 500 вольт пользоваться переменным током безопасно, так как напряжение на вторичных обмотках «бобин» (при последовательном соединении их первичных обмоток) значительно меньше. Это заключение имело большое значение для того, чтобы применение переменного тока значительно расширилось, ведь в то время (об этом будет сказано далее) переменный ток считался опасным для жизни.

Наконец, Усагин снял с переменного тока «...тяжелое обвинение в его непригодности для передачи силы на расстоянии» и тем самым сделал большой вклад в развитие электротехники. В самом деле, если вырабатывать электроэнергию на «электрических заводах», как предлагал Яблочков, то как же передавать ее на значительные расстояния к различным потребителям, удаленным от электростанции на десятки километров?

Первые попытки передавать энергию посредством постоянного тока не дали положительных результатов. Исследования ученых (отметим среди них петербургского профессора Д. А. Лачинова, французского инженера М. Денре) показали, что для экономичной передачи энергии на значительные расстояния нужно увеличивать напряжение до нескольких тысяч вольт. Но постоянный ток не поддается трансформации, и поэтому даже если удалось бы создать генератор высокого напряжения и передать энергию по проводам, то потребителей нельзя было подключить к такому большому напряжению.

Поэтому после успешных опытов Яблочкова и Усагина вполне естественной и логической была попытка использовать трансформаторы для передачи энергии на большие расстояния.

Эта задача впервые была решена французским инженером Л. Голяром и английским электротехником Д. Гиббом, которые в 1882 году предложили конструкцию трансформатора (названную ими «вторичным генератором») и использовали его в 1883 году для передачи энергии на расстояние 23 километра при напряжении 1500 вольт для освещения станций метрополитена в Лондоне. Год спустя трансформатор Голяра и Гиббса был установлен на выставке в Турине, откуда энергия передавалась на расстояние 40 километров при напряжении 2000 вольт. Туринская установка была удостоена золотой медали.

Отдавая должное вкладу Голяра и Гиббса в развитие трансформаторостроения, следует отметить, что их «английский патент за 1882 год не имел ничего нового по сравнению с первыми патентами Яблочкова... Голяр и Гиббс не были изобретателями трансформатора, по их несомненной

заслуга в том, что они возбудили интерес к вопросам трансформации тока и показали достоинства индукционных катушек для целей электропередачи» (А. Шюлер, «История трансформатора», 1917 г.).

## ОДНОФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ПРИОБРЕТАЕТ СОВРЕМЕННЫЙ ВИД

Рисунок из патента Яблочкова, схема опыта Усагина... И там и здесь изображены установки, предназначенные для трансформации токов. Но, пожалуй, не всякий с первого беглого взгляда увидит на этих рисунках изображенные трансформаторы. Мы привыкли представлять себе трансформатор в виде замкнутой рамы-сердечника с обмотками. Здесь же разомкнутые сердечники-стержни с обмотками, навитыми одна поверх другой (в электротехнике такую конструкцию принято называть трансформатором с разомкнутой магнитной системой).

Казалось бы, велика ли разница? Конструктор волен придать сердечнику любую форму, а стержень изготовить проще, чем раму или кольцо. Но непреложное свойство магнитных силовых линий образовывать замкнутый контур не зависит от воли конструктора, и если сердечник не замкнут, то магнитным силовым линиям приходится замыкаться вне его, в окружающем пространстве. А при этом проявляется уже вполне ощутимая разница между сердечниками двух видов. Чтобы сделать ее наглядной, мысленно разорем сердечник трансформатора, изображенного на первом рисунке на полях. Ток в первичной обмотке тотчас же многократно возрастет; чтобы избежать перегрева обмотки, придется увеличить сечение проводов. Снизится кпд трансформатора. Кроме того — и это очень важное обстоятельство! — ослабнет магнитная связь между обмотками, и выходное напряжение трансформатора будет значительно изменяться в зависимости от мощности присоединенных к нему приемников.

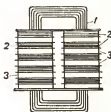
Но дело здесь не только — и не столько — в этом. На схемах Яблочкова и Усагина первичные обмотки включаются в цепь последовательно, как лампочки елочной гирлянды. Такой порядок включения сложился исторически, в связи с применением дуговых ламп, включавшихся последовательно в цепь, ток которой мог регулироваться. Обмотки современных трансформаторов включаются параллельно.

Для схемы, предложенной Яблочковым, трансформаторы с разомкнутой магнитной системой вполне удовлетворяли техническим требованиям: при последовательном соединении их первичных обмоток включение и выключение одних потребителей не оказывало существенного влияния на режим работы других.

Однако с появлением электрических ламп накаливания и других приемников, для которых важно постоянство напряжения, более рациональным стало параллельное включение их в цепь. Но при параллельном соединении приемников применение трансформаторов с разомкнутым сердечником становилось технически не оправданным. Кроме того, с ростом мощностей и количества потребителей переменного тока возникла потребность в более экономичных трансформаторах (мы уже отмечали, что разомкнутый сердечник — это больше по сравнению с замкнутым потерей). Это привело к изобретению трансформатора с замкнутым сердечником. Первыми такую конструкцию предложили английские электротехники братья Джон и Эдуард Гопкинсон в 1884 году.

В 1883 году английский инженер Р. Кеннеди впервые высказал предложение о параллельном включении первичных обмоток трансформаторов. Более всесторонне этот вопрос исследовал венгерский электротехник Миклош Дери, который в 1885 году получил патент на параллельное включение первичных и вторичных обмоток трансформаторов и первым четко показал основное преимущество та-

ко отдельных секций с выводами — к ним подключались приемники. Этот трансформатор принципиально не отличался от конструкции Яблочкова. Заслуживают внимания лишь выдвинутые сердечники: перемещая их посредством рукоятки, можно было регулировать напряжение во вторичных обмотках.



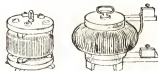
Трансформатор братьев Гопкинсон с замкнутым сердечником (1), собранным из стальных пластин (что значительно уменьшило потери на нагрев). На рисунке отмечены также обмотки высшего напряжения (2) и обмотки низшего напряжения (3).

В своем патенте изобретатели подчеркивали: «Наша усовершенствованная индукционная катушка имеет преимущества перед целым рядом других видов: ее большая мощность при небольшом объеме».

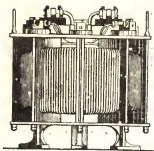
Современный тип однофазного трансформатора с замкнутым сердечником создали венгерские электротехники О. Блати, М. Дери и К. Ципериевский. В привилегии, полученной в апреле 1885 года, они описывают три типа трансформаторов с замкнутыми сердечниками — иольцевой, броневой и стержневой, сохранившие основные элементы конструкции до наших дней (различия в их конструктивных схемах показаны на рисунках ниже).

Изобретатели обращают внимание на роль шунтирующего сердечника, состоящего из отдельных стальных листов, изолированных друг от друга. Такой сердечник нагревается значительно слабее, чем цельный.

В первом ряду трансформаторы, созданные венгерскими электротехниками.



СТЕРЖНЕВОЙ БРОНЕВОЙ



Сериковский трансформатор, выпускавшийся будущим заводом Ганц и К°. Обращает внимание даже внешнее его сходство с современным трансформатором.



Венгерские электротехники О. Блати (1860—1939), М. Дери (1854—1934) и К. Циперювский (1853—1942) — создатели современных типов однофазных трансформаторов с замкнутой сердечником. В привлекательной, полученной в апреле 1885 года, ими впервые применен термин «трансформатор».

Успех венгерских электротехников в значительной мере был обусловлен тем, что все они работали на будущий электромашинный завод фирмы Ганц и К° (К. Циперювский был руководителем электромашинного отдела этой фирмы) и сумели впервые организовать серийный выпуск мощных силовых трансформаторов. До июня 1887 года фирмой Ганц и К° было построено 24 установки общей мощностью около 3 000 квт. Вскоре патенты Дери, Блати и Циперювского приобрела американская фирма Д. Вестингауза, и их трансформаторы начали изготавливать в США.

В России первой крупной станцией переменного тока была электростанция в Одессе (1887 г.), оборудованная трансформаторами фирмы Ганц и К°.

кого включения. Апатичный патент в Англии получил инженер С. Ферранти.

Выдающаяся заслуга в создании современных типов однофазных трансформаторов принадлежит венгерским электротехникам М. Дери, Отто Блати и Карою Циперювскому.

Как мы уже отмечали, изобретение трансформатора нельзя приписывать лишь одному лицу, но среди тех, кто «вынашивает» какую-либо новую идею или работает над конструкцией, всегда выделяются наиболее выдающиеся деятели, которые делают решающий шаг от идей и проектов к созданию технически совершенных конструкций, пригодных к массовому применению. Вот почему мы сочли необходимым особенно подчеркнуть вклад П. Н. Яблочкова, впервые применившего трансформатор с разомкнутой магнитной системой, и заслуги венгерских электротехников, создавших современные типы трансформаторов и наладивших их производство.

Таким образом, стала возможной передача электрической энергии на большие расстояния при помощи переменного тока высокого напряжения.

Но внедрение переменного тока в промышленность натолкнулось на противодействие крупных компаний, изготовлявших машины и аппараты постоянного тока. Восьмидесяти годы прошлого века характеризуются ожесточенной конкуренцией и борьбой сторонников постоянного и переменного токов. Некоторые защитники постоянного тока искренне заблуждались, не понимая будущего прогресса электротехники на базе переменного тока; другие же в погоне за прибылями готовы были на все, лишь бы воспрепятствовать своим конкурентам.

Отмечая трудности распространения трансформаторов в России, профессор А. Г. Столетов в 1889 году писал: «Невольно вспоминается та травля, которой подвергались трансформаторы в нашем отечестве по поводу недавнего проекта фирмы Ганц и К° осветить часть Москвы. И в ученых докладах, и в газетных статьях система отмечалась, как нечто еретическое, ненациональное и безусловно гибельное; указывалось, что трансформаторы начисто запрещены во всех порядочных государствах... Защитники «национальности в электричестве» забывали, что первую идею о трансформации тока в технике сами иностранцы приписывают Яблочкову».

В числе сторонников постоянного тока оказался и выдающийся американский электротехник Т. А. Эдисон, возглавлявший известную электротехническую фирму, которая строила электростанции постоянного тока со всем необходимым оборудованием. Выступая против своего крупнейшего конкурента — фирмы Вестингауза, внедрявшей в США установки однофазного переменного тока, Эдисон даже попытался — правда, безуспешно — наложить на переменный ток официальный запрет: в 1887 году он внес в сенат штата Виргиния билль, запрещающий применение переменного тока с напряжением более 150 вольт.

Что только не выдумывали бизнесмены от электротехники для сокрушения своих конкурентов! Сторонники постоянного тока, желая скомпрометировать переменный ток тем, что при высоком напряжении он опасен для жизни, в 1889 году добились введения в штате Нью-Йорк смертной казни посредством электрического стула. Генераторы переменного тока были куплены у фирмы Вестингауза через подставных лиц и установлены в одной из тюрем, где в 1890 году на электрическом стуле был впервые казнен крупный преступник.

Щедро оплачиваемые журналисты наводили смертельный ужас на обывателей, распространяя небылицы об опасности переменного тока для человека.

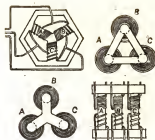
Кстати, заметим, что Эдисон отрицательно отнесся и к трехфазному асинхронному двигателю Доливо-Добровольского, заявив: «Нет, нет, переменный ток это вздор, не имеющий будущего. Я не только не хочу осматривать двигатель переменного тока, но и знать о нем».



Будущее оказалось за переменным током. В 1889—1891 годах на основе трехфазных цепей была успешно решена комплексная проблема: экономичная передача энергии высокого напряжения на большие расстояния и создание простого и надежного асинхронного двигателя, который сыграл революционизирующую роль в промышленном электроприводе. Началось строительство мощных тепловых и гидравлических электростанций, линий передач высокого напряжения; электрическая энергия стала проникать во все отрасли промышленности, транспорта и сельского хозяйства. Начался процесс массовой электрификации.

Над разработкой многофазных систем трудились известные электротехники разных национальностей: и югослав Н. Тесла, и француз М. Депре, и немец Ф. Хазельвандер, и русский М. О. Доливо-Добровольский. Наибольшие заслуги во введении трехфазных систем в практику принадлежат нашему выдающемуся соотечественнику, создавшему технически совершенные конструкции трехфазных двигателей, трансформаторов и приборов. Он же предложил и широко известную теперь связанную четырехпроводную трехфазную цепь.

Предложенный М. О. Доливо-Добровольским трехфазный трансформатор с параллельными стержнями, расположенными в одной плоскости, сохранился до наших дней. Его созданием закончился более чем полувековой путь становления трансформаторов.



Трехфазные трансформаторы М. О. Доливо-Добровольского. На первом рисунке изображен трансформатор с радиальным сердечником, далее следуют трехфазные типы, завершающие ряд трансформаторов с параллельными расположенными стержнями в одной плоскости. Последняя схема получила широчайшее применение в современном трансформаторостроении.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка пространственного воображения  
и умения мыслить логически

### ШЕСТЬ КОРОБОК

Большинство людей склонно считать собственное мышление естественным процессом, требующим анализа и контроля не больше, чем, например, дыхание или ходьба. Между тем знание особенностей своего интеллекта необходимо для совершенствования творческого мышления.

Довольно отчетливо особенности мышления проявляются при решении логических задач, и в частности задач, в которых требуется найти определенную комбинацию пространственного расположения объектов.

В процессе решения наиболее часто встречаются три типа стратегий. Так, некоторые люди предпочитают быстро перебирать различные варианты, манипулируя объектами и не продумывая заранее план дей-

ствий. Другие, напротив, стремясь тщательно спланировать свои действия прежде, чем начинают передвигать объекты. Обычно с задачами упомянутого выше типа успешно справляются те, кто гармонично сочетает логический подход со способностью создавать разнообразные комбинации и по ходу решения прогнозировать их перспективность.

Решая предложенную серию задач на пространственно-комбинаторное мышление, попытайтесь определить, к какому стилю мышления вы тяготеете: к логическому или манипуляционному? Легко ли вы обобщаете найденные способы решения и используете их как готовые схемы? Трудно ли вам дается переход от уже известных приемов решения к новым, более обнадеживающим?

Все, что нужно для решения этих задач,—шесть спичечных коробок. Требуется сложить их так, чтобы каждая из шести коробок касалась:

задача I — двух других,

задача II — трех других,

задача III — четырех других,

задача IV — пяти других.

Решая задачи, нужно иметь в виду следующее: считается, что одна коробка касается другой, если ее грань или часть грани соприкасается с гранью или частью грани другой коробки. Прикосновение углами или ребрами не считается касанием. Конструкция, составленная из шести коробок, должна быть устойчивой, то есть сохранять свою форму без какой-либо дополнительной поддержки.

Каждая из предложенных задач может иметь несколько решений. Попробуйте найти самые простые и изящные.



# ТЕХНИКЕ ПОЛЕЙ: УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ, СКОРОСТЬ, КОМФОРТ

Кандидат технических наук В. КОРБУТ,  
эксперт выставки «Сельхозтехника-72».

Современное сельскохозяйственное производство резко отличается от предвоенного сельского хозяйства. До сороковых годов урожаи пшеницы в двадцать пять центнеров с гектара считались рекордными, а сейчас во многих странах мира, в том числе и у нас, регулярно сообщается об урожаях в сорок, шестьдесят и даже в сто центнеров зерна с гектара. Коренным образом изменилась технология возделывания полевых культур. За счет резкого увеличения количества вносимых удобрений вдвое возросло число растений на единицу площади. Сорняки на полях сейчас уничтожаются гербицидами, вредные насекомые — инсектицидами, а недостаток воды в почве компенсирует орошение. Урожайность стала выше. Изменился и внешний облик пшеницы — выведены карликовые сорта, не полегающие при сильном ветре.

Изменившиеся внешне растения, их загущенность на полях, естественно, потребовали создания новых комбайнов и жаток.

Ежегодно тысячи, миллионы гектаров самых плодородных земель уничто-

жаются эрозией. Классическая система земледелия, применявшаяся еще нашими прадедами и прадедами наших прадедов, была основана на многократной обработке полей. Вспашка осенью, вспашка весной, внесение удобрений, культивация, боронование, сев, подкормка, прополка, снятие урожая — все эти этапы до самого недавнего времени были традиционными. Пока плуг тащил конь, беды особой не было, но как только на поле вышли тяжелые машины, утаптывающие, утрамбовывающие почву, разрушающие ее структуру, количество земель, подверженных ветровой и водной эрозиям, начало возрастать. Чтобы уменьшить число проходов по полю, было сконструировано несколько вариантов машин, совмещающих орудия для обработки почвы и ухода за растениями. Из зарубежных наиболее интересными нам кажутся «Интрак-систем 2000», разработанная в ФРГ, и итальянский «Суперкультиватор Кантоне». Последний выполняет сразу девять операций. Применение комбинированных машин резко поднимает производительность труда. Например, по данным испытаний, проведенных в 1972 году, по старой технологии на обработку одного гектара пашни [пахота, внесение удобрений, подготовка почвы и посев] затраты времени составили четыре часа десять

минут. Суперкультиватор справился со всеми этими операциями за пятьдесят две минуты.

Следующая тенденция — увеличение мощности и скорости каждого самоходного механизма. Пioneром в этих областях выступает Советский Союз. Освоен выпуск тракторов К-700 с мотором мощностью в двести лошадиных сил и Т-150, рабочие скорости которого в полтора-два раза выше обычных и могут достигать двенадцати километров в час. На подобные машины можно прицепить или навесить значительно больше орудий и с большей скоростью обрабатывать поле.

И, наконец, еще одно направление — многопрофильность применения. Число сельскохозяйственных культур очень велико, и если для каждой из них создавать специальные системы и комплексы машин, то экономически это будет невыгодно — просто машин значительно увеличатся.

Уже приводившийся в качестве примера суперкультиватор не только совмещает в себе все орудия для обработки почвы, но и имеет различные приспособления, позволяющие использовать его при возделывании пшеницы, риса, кукурузы, фасоли, сахарной свеклы и целого ряда других культур.

Наши новые зерноуборочные комбайны также имеют широкий профиль. Они могут убирать пшеницу, рожь, рис, подсолнечник и другие масличные растения, зернобобовые, крупные культуры, мак... Созданы и универсальные погрузчики. С их помощью можно грузить солому, кирпичи, навоз, а при надобности погрузчик легко переоборудовать в машину для установки столбов. Наша универсальная машина для виноградников может выполнять более двадцати операций по уходу за плантациями.



Советский Союз — страна самого крупного тракторного и сельскохозяйственного машиностроения в мире. По выпуску машин

● ТЕХНИКА —  
СЕЛЬСКО-  
ХОЗЯЙСТВЕННОМУ  
ПРОИЗВОДСТВУ

еще в начале шестидесятих годов наша страна прочно заняла первое место. Сейчас мы вытесняем в два раза больше тракторов и в пять раз больше комбайнов, чем США. Наша сельскохозяйственная техника экспортируется в шестьдесят семь стран мира.

Советское сельскохозяйственное машиностроение имеет целый ряд специфических особенностей. Отечественное тракторостроение с первых своих шагов развивалось как массовое производство. Наши заводы сейчас насыщены автоматическими линиями, специальными станками, конвейерными системами. Поэтому себестоимость наших тракторов низкая. Они в два и даже в три раза дешевле зарубежных машин.

Объем выпуска сельскохозяйственных машин тесно связан с наличием огромных сельскохозяйственных угодий, расположенных в различных географических зонах, и с номенклатурой полезных культур. Комбайн, созданный для уборки пшеницы в сухих степях Прикаспия, не сможет собрать урожай, выросший на заболоченных лощах Дальнего Востока или на мерзлых землях центральной Якутии.

И набор культур огромен. В нашей стране, протянувшейся от берегов Северного Ледовитого океана до Куши, возделывается более четырехсот видов пищевых, кормовых и технических культур, более ста пятидесяти лекарственных растений, разводятся десятки видов сельскохозяйственных животных. К 1975 году наша промышленность будет выпускать почти две тысячи наименований различных машин и приспособлений. Здесь самолеты для внесения удобрений и электроповерхности для обогрета поросей, самоходные комбайны для уборки зерновых и пестница-стремяка, облегчающая сбор фруктов, автомобили специального назначения и мотонарты для передвижения по снежным просторам Севера, сложные автоматические комплексы и комплекты ручного инвента-

ря для садовода и, конечно, тракторы на все случаи жизни.

Характерной чертой советского тракторного и сельскохозяйственного машиностроения является научно-техническое сотрудничество с целым рядом стран. Особенно сильно оно развито в рамках Совета Экономической Взаимопомощи.

На текущую пятилетку, например, согласованы взаимные предложения между странами — членами СЭВ и СФРЮ по семидесяти двум сельскохозяйственным машинам. Советский Союз поставит в социалистические страны гусеничные и колесные тракторы, зерноуборочные комбайны, зерноочистительные машины, технику для льноводства, лущильнообработывающие орудия и другие механизмы. В нашу страну из Болгарии поступят сеялки, тракторы для виноградников, роторные силосные косилки; из Польши — силосоуборочные комбайны; из ГДР — зерноочистительные машины; из Чехословакии — дождевальные механизмы и корнеуборочные машины. Значительная часть этих машин разработана советскими учеными.

Развивается и другой тип взаимных отношений. Шестьдесят три института и конструкторских бюро нашей страны совместно со ста лятидесятью тремя организациями стран — членов СЭВ ведут работы более чем по ста лятидесяти проблемам механизации сельского хозяйства.

Созданы и совместные общества. Одно из них — «Агроماش». В его рамках специалисты Советского Союза, Болгарии и Венгрии разрабатывают технику для садоводства, овощеводства и виноградарства. Совместными усилиями СССР, ГДР и НРБ создана уникальная шестирядная корнеуборочная машина. В прошлом году она успешно прошла испытания по уборке сахарной свеклы. [См. 6—7-ю стр. частной вкладки.]

Важнейшим моментом в деле дальнейшего укрепле-

ния и развития сотрудничества стран социалистического лагеря явилась XXV сессия СЭВ. На ней была принята комплексная программа по дальнейшему развитию сельскохозяйственного машиностроения вплоть до 1985 года. Программа успешно реализуется.

За последние годы техника сельскохозяйственного производства резко изменилась. И, естественно, встает вопрос: а что будет через десять лет, через двадцать лет, через лятидесят! В ближайшее время, вероятно, будут развиваться комбинированные машины и самоходные шасси, с большим набором навесных и прицепных орудий.

Старая, классическая система земледелия, ловавшаяся на заре цивилизации, будет изменена. Появятся принципиально новые конструктивные решения, и именно они станут основой для создания сельскохозяйственных машин следующего века.

Возможно, придется еще раз вернуться к идеям, высказывавшимся ранее. Вспомним об электрических и реактивных лугах, о роторных машинах и других ныне забытых изобретениях. Остановимся лобной лишь на одной старой идее, к которой, как мне кажется, имеет смысл вернуться в будущем. Речь идет о так называемом «мостовом методе» возделывания растений. При этом обрабатывающие орудия подвешены к мостам-застадам [отсюда и название метода], протянутым над полем. В будущем вместо мостов могут быть использованы стенки мелиоративных каналов (они и сейчас бетонизируются — чем не готовое основание для рельсов!), а может быть, поля закроют гигантскими прозрачными крышами, а по несущим балкам лойдут жатки.

Все на таком поле будет механизировано, а человек, сядя за километры от убираемых растений, будет лишь управлять производством.



## ПАРАД СЕЛЬХОЗМАШИН

Впервые в мире мощные тракторы для сельского хозяйства были созданы в нашей стране. Один из примеров подобных машин — известный трактор К-700. Его дизельный двигатель в 200 лошадиных сил, а четыре раза мощнее двигателя широкоизвестного трактора ДТ-54. К трактору, выпускаемому серийно на Кировском заводе в Ленинграде, имеется полный набор машин и орудий. Трактор К-700 хорошо зарекомендовал себя во всех республиках нашей страны и за рубежом. На выставке были представлены усовершенствованные модели К-701 (она изображена на верхнем снимке), К-702 и К-703. Мощность их двигателей — 300 лошадиных сил.



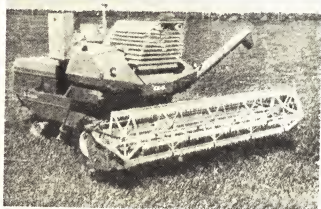
Большим вниманием наших и зарубежных специалистов пользовались на выставке тракторы Т-150 в колесном и гусеничном исполнении. Конструкторы нашли удачное решение в создании нового направления отечественного тракторостроения. Кроме ходовой части (колес и гусениц), машины полностью идентичны. Это позволяет значительно снизить затраты на их производство.

Одно из направлений современного зарубежного тракторостроения — создание машин с переменным тягловым усилием. Трактор американской фирмы «Джон Дир» может работать, например, на четырех колесах — это модификация с наименьшим тягловым усилием. Если на оси поставить по дополнительному колесу, то вес трактора, его сцепление с почвой и, следовательно, тяговое усилие увеличатся. При выполнении особо тяжелых работ в колеса вместо части воздуха накачивается вода. Двигатель и все передачи трактора рассчитаны на самые тяжелые случаи.

Кабина трактора «Джон Дир» снабжена такими же удобствами, как и место водителя в современных легковых автомашинах.



С каждым годом растут урожаи зерновых культур. Комбайны прежних марок уже не справляются с уборкой. Самый мощный из всех представленных на выставке — комбайн «Колос». Выпускается он в Таганроге с начала текущей пятилетки. За один час работы «Колос» может собрать до двадцати тонн зерна.



Очень интересным направлением в развитии комбинированной сельскохозяйственной техники является создание в ФРГ так называемого интегрированного трактора. (Интрак-систем 2000). На самоходное шасси навешиваются спереди и сзади рабочие органы, а сверху баки для удобрений и ядохимикатов. Такая конструкция позволяет за один проход по полю выполнить сразу несколько сельскохозяйственных операций. Суммарное время, затрачиваемое на обработку почвы и ухаживание за растениями, значительно сокращается.



Ветровая эрозия при обычной агротехнике ежегодно «съедает» много гектаров плодородной почвы. Чтобы избежать выдувания почвы после посева, в СССР создана и выпускается сеялка СЗП-3,6, которая после выполнения основных операций — посева, внесения удобрений и гербицидов — прикатывает почву.



Повышение производительности труда в полеводстве связано с увеличением ширины захвата агрегатов. Увеличивается и ширина отдельных агрегатов и их число в одной сцепке с мощными тракторами. В качестве примера приведем две жатки: советскую ЖВ-15 (слева) с шириной захвата 15 метров, навешенную на комбайн, и канадскую, выпускаемую фирмой «Кооп-лимитед» (внизу).

Посевная кампания должна проводиться в максимально сжатые сроки. Современные широкозахватные агрегаты состоят из нескольких (до семи) сеялок. Заправка их семенами и удобрениями стала сейчас затруднительной. Для облегчения этого процесса впервые в мире в нашей стране был создан агрегат для заправки семян и удобрений, смонтированный на автомобиле.



В сложных климатических условиях Дальнего Востока — из-за высокой влажности почвы — обычные сельскохозяйственные машины непригодны. Конструкторы разработали целый комплекс машин на широких гусеницах. Одна из них — навесной силосоуборочный комбайн. В отличие от других комбайнов он не только скашивает, но и собирает силосную массу.

Одно из направлений сокращения затрат труда в сельском хозяйстве — создание комбинированных машин. Крупное достижение в этом направлении — выпуск в Италии «Суперкултиватора Кантоне». Он выполняет сразу девять операций, в том числе обрабатывает почву, вносит удобрения, пестициды и гербициды, сеет, словом, после его прохода поле полностью подготовлено для выращивания культуры.



# ОХРАНА ПРИРОДЫ-

Охрана природы в нашей стране является всенародным делом. И не только потому, что она осуществляется в интересах всего народа, но и потому, что она немислива без участия широких масс населения.

Наша Родина занимает огромную территорию и располагает поистине сказочными богатствами. Бережное отношение к богатствам Земли и ее недр, к окружающей среде, охрана и рациональное, комплексное использование этих богатств в интересах всего народа является непреложным законом социалистического общества.

В Советском Союзе учреждена система государственных органов по охране природы и ее ресурсов, наделенных необходимыми правами и полномочиями, включая права контроля и применения санкций к нарушителям. К таким органам относятся органы государственного санитарного надзора, охраны вод, горного надзора, лесоохраны, рыбного надзора, гидрометеослужбы и другие. Любая деятельность, если она может привести к нежелательным изменениям природной среды, подлежит ограничению или полному прекращению.

Из доклада заместителя Председателя Совета Министров СССР В. А. КИРИЛЛИНА «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов». (Четвертая сессия Верховного Совета СССР восьмого созыва).

Фото В. Опалина.



# ВСЕНАРОДНОЕ ДЕЛО

Специалисты многих государств сегодня заняты подсчетами: во что обходится природе содержание человечества. Под посевные площади, под посадки занято более двух третей почв земного шара, которые пригодны для этого по нынешним меркам. Ежегодно вырубается чуть ли не пополам прироста песка, используется шестая часть стока всех рек, выплавляется 70 процентов прироста популяции главных промысловых рыб и т. д. и т. п. Здесь названы расходы по статье «возобновляемые природные богатства». Но есть статья о невозполнимых ресурсах: например, добыча полезных ископаемых каждый год достигает многих миллиардов тонн. Эта статья об убытках. В нее также можно включить те многочисленные виды животных, которые навсегда исчезли с лица Земли, можно включить тишину, от которой уже давно отвыкли жители большинства городов, и чистый воздух, исчезнувший с городских улиц, и речную воду, не отравленную химикатами...

Подсчет мировых убытков не случайно начался в наши дни: истощение природных ресурсов достигло опасных размеров. Человечество более не может пользоваться ими бесплатно. Это поняли и в большинстве капиталистических стран, где до сих пор эксплуатировали природу, руководствуясь только голым расчетом. За рубежом во множестве появились работы, предупреждающие сокращение земного населения в связи с истощением природных ресурсов и загрязнением природной среды.

Социалистическое общество иначе оценивает проблему будущих взаимоотношений человечества и природной среды: ОНИ ДОЛЖНЫ И МОГУТ БЫТЬ ГАРМОНИЧНЫМИ. Об этом говорилось на XXIV съезде КПСС, на многочисленных собраниях в государственных и общественных учреждениях

ях, на недавней четвертой сессии Верховного Совета СССР. Об этом же свидетельствует и постановление четвертой сессии Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему упущению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» и январское постановление Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР, которые являются современным развитием пеннинских идей об охране природы.

Опыт Советского Союза подтверждает: такой подход к проблеме охраны природы — единственно возможный, если человечество хочет иметь будущее.

Социалистические государства ставят перед собой задачу комплексных международных мероприятий по охране природы и рациональному использованию ее ресурсов. К их опыту присматриваются и капиталистические страны. Как известно, уже подписано Соглашение между СССР и США о сотрудничестве в области охраны окружающей среды.

Проблема охраны природы ставит перед учеными и специалистами ряд неслыханных научных и технических задач. Как следует регулировать взаимодействие человека и природы? Какими способами это можно делать? До каких пределов природная среда поддается управлению?

Многие из подобных вопросов не раз рассматривались на страницах журнала «Наука и жизнь». Сегодня мы вновь возвращаемся к ним и, видимо, в будущем посвятим им еще немало страниц. Охрана природы — тема вечная, потому что вечной является сама проблема взаимоотношения человека и природы, ее нельзя решить быстро, раз и навсегда.

Подборку материалов «Охрана природы — всенародное дело» подготовили наши корреспонденты В. Дружнов и В. Янкупин.

## СМЫСЛ ЗАПОВЕДИ

Член-корреспондент АН СССР В. СОКОЛОВ, директор Института эволюционной морфологии и экологии животных, и Т. САБЛИНА, старший научный сотрудник.

С лица Земли за последние два века потонуть исчезли более 150 видов животных и птиц.

Животные, как и растения, вода, воздух, почва, недра, — часть природы, ее составные элементы. Поэтому исчезновение каких-то видов животных с лица Земли — это исчезновение отдельных элементов природы, то есть нарушение самой природы. Например, уменьшение численности китооб-

разных в океанах (через сложные цепи питания, существующие в природе) привело к тому, что океаны теперь в значительной степени потеряли свою функцию поставщиков кислорода нашей планеты.

В тот момент, когда уничтожаются какие-либо виды животных, мало кому приходит в голову мысль: а как это скажется в дальнейшем на жизни человека? Многие животные, которые когда-то считались вредными для человека, затем, с увеличением наших знаний о природе, стали нам совершенно необходимы. Некоторые из них помогают человеку излечиваться от болезней. Например, ядовитые змеи, которых человек стремился при любом случае убивать, дают яд, широко используемый в медицине. И этот препарат нельзя заменить синтетическим.

Среди 150 видов, потерянных человеком навсегда, возможно, были и те, что могли



чем-то помочь специалистам. Пусть это не пригодилось бы сразу, а только завтра, когда наука сумела бы этим воспользоваться.

Сейчас на грани исчезновения находятся около 1 000 видов. И опять мы не в состоянии оценить, что принесет людям их утрата.

Дикие животные — геофойды современного животноводства. В некоторых случаях только скрещивание «вольных» и домашних видов позволяет увеличить продуктивность последних. Так, среднеазиатских овец скрестили с диким архаром. Новая порода оказалась более жизнеспособной, чем прежняя, приносит больше шерсти и мяса. Как иначе сегодня удалось бы решить эту и тысячи подобных ей проблем?

А в будущем? Наверняка и тогда животноводам придется пользоваться все тем же природным геофойдом, чтобы не оказываться в тупике.

Дикие животные по ряду показателей превосходят своих домашних потомков, несмотря на то, что их опекает человек. Известно, что мех имею диких зверьков ценится очень высоко. Зверофермы до сих пор не в состоянии конкурировать по качеству продукции с охотничьим промыслом. Опытный эксперт сразу же отличит: на воле или в клетке жила, скажем, лисица, чей мех он держит в руках. И, видимо, не скоро звероводам удастся в полной мере воссоздавать природные условия на огороженном участке.

В зарубежских странах мясо диких животных и птиц продается по более дорогой цене, чем мясо домашних. Почему? По биохимическим показателям, по усвояемости оно значительно превосходит баранину, говядину, курятину, гусятину.

Дикие менее прихотливы, выносливее, жизнеспособнее и, главное, более продуктивны. В Восточной Африке домашний скот дает 5 450—22 700 килограммов биомассы из расчета на 1 квадратную милю. Дикий скот в тех же условиях приносит 34 050—45 400 килограммов. При забое выход мяса от туши крупного рогатого скота и овец в среднем 44—50 процентов, для лосей, оленей, косуль — 53—63 процента. В Канаде уже давно отказались от разведения северных оленей: экономически выгоднее способствовать увеличению популяции их вольных собратьев. В таком варианте олень мясо значительно дешевле.

В Печеро-Ильчском заповеднике живет пятое поколение одомашненных лосей. Точнее будет сказать, что их стадо находится на полувольном содержании. Лоси дают превосходное мясо, более питательное, чем говядина. Лосих доят — их молоко по полезности превосходит коровье. Летом часть стада забирают в геологические отряды. Геологи ездят на лосях верхом часто по непроходимым болотам, перевозят на лосях свои грузы. Ни один вид домашних животных не смог бы принести столько пользы в тяжелых условиях, где расположены заповедник и лесосеферма. Другая лесосеферма организована при костромской сельскохозяйственной опытной станции.

В некоторых районах, там, где невозможно сельское хозяйство, — одним из главных поставщиков мяса являются дикие животные и птицы. Например, на севере страны, во многих районах Сибири... Вольная фауна — единственный поставщик пушчины, ряда веществ для фармакологии: желчи медведя, выделений желез кабарги, пантокрин и т. д. Вещества, секретлируемые железами выхухоли, придают знаменитым французским духам завидную стойкость.

Список «кредитов», предоставляемых дикой фауной человеку, можно продолжить. Но и этого достаточно, чтобы понять: мы не можем обойтись без нее. Причем в этой статье идет речь только о практической стороне наших отношений с дикими животными. А ведь есть еще и моральная сторона наших отношений и научная. Одним словом, со всех точек зрения мы должны выплачивать долги природе и, беря в кредит, думать о том, как его оплатить.



Заповедник — наилучшая форма охраны дикой фауны. Это определенная территория, которая на века закрыта для всех видов человеческой деятельности, кроме научной (но только если и она никак не вредит этому замкнутому миру). Заповедник — это просто островок девственной природы, а ее запови, хранилище генетического фонда растительных и животных организмов, природная лаборатория, памятник природных ландшафтов.

Сейчас не может быть речи о каких-то участках, которые в первую очередь должны стать заповедниками. Промышленное освоение затронуло всю громадную территорию РСФСР, коснулось всех ее природных зон. Между тем от Урала до Тихого океана находится всего шесть заповедников. Очень мало! Даже Крайний Север нуждается в активной опеке. Начало этому положено — объявлены заповедными небольшие архипелаги в Баренцевом и Белом морях. Нуждается в охране весь Таймыр: его уникальная популяция дикого северного оленя, редкие птицы, в первую очередь краснозобая казарка и полярный лебедь, и, конечно, сами ландшафты Крайнего Севера.

Заповедник имеет смысл превратить и другие места нашей страны. Так, около знаменитой Кунгурской ледяной пещеры раскинулось урочище «Предуралье». Здесь сохранилось обилие, когда-то бывшее дном пермского моря, хранящее мистическое отпечатков животных и растений этого периода геологической истории Земли. Или образец западносибирской равнины тайги — бассейн реки Малой Сосьвы, где еще не тронуты лесные массивы, их дикие обитатели, где в реках нерестится прославленная сосьвинская селедка. Необходимо восстановить Саянский заповедник, в районе которого обитает самая крупная раса дикого северного оленя. Нет пока заповедника и в западносибирской степи и лесостепи. Между тем только Барабинские степи по своей площади превышают общую территорию Бельгии, Дании и Голландии. До сих



пор не стал заповедником ни один участок Забайкальской степной зоны.

В европейской части страны также есть территории — пусть небольшие, — которые необходимо оберегать. Даже в густонаселенных областях, например, Липецкой, Пензенской, Ростовской, сохранились целинные участки — сенокосные и выпасные угодья.

На территории Советского Союза не был истреблен, не вымер ни один вид диких животных и птиц. Именно заповедники и так называемые заказники (территории, где на какой-то срок запрещается охота на определенный вид животных) спасли многие исчезающие виды. Бобр был почти полностью уничтожен. В Воронежском заповеднике сумели создать небольшую ферму бобров, и сейчас их в стране 70 тысяч. На сайгаков — степных антилоп — в Астраханской области и Казахстане запретили охоту. Теперь поголовье этого вида составляет 2 миллиона. В 1918 году один из московских профессоров сказал, что вот, мол, последние лоси доживают свой век в Европе. В наши дни только в Московской области гуляет 9 тысяч лосей. В 1929 году в лесах Лапландии паслось 99 северных оленей. Сегодня в Лапландском заповеднике их 30 тысяч.

Список спасенных можно было бы продолжить. Но уже появился другой список, включающий около 70 видов, которые нуждаются в помощи человека: уссурийский тигр, белый медведь, красный волк, гепард, лесной северный олень и т. д.

Выделение земли под заказник не означает только лишь запрет на отстрел того или иного вида. На зверей и птиц плохо действует рубка леса, шум транспорта, песни туристов. Животные покидают насиженные места, переселяются в другие, где им не хватает корма. Организованные и неорганизованные туристы проникают даже в заповедники, скажем, в Ильменский.

Заповедники и заказники не выполняют своих функций, если их атмосфера будет загрязняться, вода портиться химикатами,

почва ухудшаться, если там будет гореть лес, если в пищу животных попадут ядохимикаты. Необходимо комплексно охранять заповедные и заказные территории — в этом смысл заповедей.

Не выполняя своего охранного предназначения многие зеленые зоны. Они не поддерживают воскресных прогулок отдыхающих, буквально нашествий. Не лучше ли превратить их в национальные парки? Проложить дорожки, отвести специальные площадки для отдыха, прогулок и зоны, запретные для посещения. Так удастся сохранить в нынешних зеленых поясах зелень, диких животных и птиц. Конечно, им не будет в них так же привольно, как в заповедниках. Но национальный парк и не преследует заповедных целей, это компромиссный вариант наших взаимоотношений с дикой фауной, оберегающий ее от многих неприятностей.

Животный мир до вмешательства людей самостоятельно регулировал численность своих отдельных видов. Теперь это нарушено, и человек-нарушитель должен осмыслить свое вмешательство — управлять дикой фауной на научной основе. Например, в свое время безоглядно уничтожали хищников. В Норвегии почти полностью вывели ястребов, но численность белых куропаток все равно не увеличивалась. То же самое произошло во многих охотничьих хозяйствах нашей страны, где без удержу отстреливали волков. Их стало меньше, но многие животные — лоси, олени — стали болеть и гибнуть, потому что не стало волков, которые выполняли обязанности санитаров. Охота на уссурийского тигра привела к увеличению численности волков, которые приносят гораздо больший вред животноводству. Белку-телеутку с лучшими намерениями поселили в Крыму, где она превратилась во вредителя садов, а ее шкурка, из-за которой переселенке и было затеяно, потеряла свою ценность. Аклиматизация енотовидной собаки в Европейской части Советского Союза привела к исчезновению птиц,



● Дирекция Нью-Йоркского зоопарка, желая напомнить посетителям об опасности, угрожающей существованию многих диких животных, устроила символическое кладбище видов, вымерших за последние 370 лет. Двести «могильных камней», несущих названия животных, перекрывают надпись «вымер».



гнездящихся на земле, кое-где енотовидная собака превратилась в хранителя вируса бешенства, ондатра и нутрия стали в ряде мест вредителями посевов риса, ирригационных сооружений.

Казалось бы, такая мера, как запрет охоты, не может принести вреда. В середине 50-х годов в Приамурье по этой причине непомерно расплодились лоси, среди них оказалось много больных, которые способствовали быстрому распространению болезни. Эпидемия эхинококка широко распространилась. В результате численность лосей резко сократилась. Известны случаи, когда недостаточно интенсивно охотились на ондатру, и она в этих местах стала выродиться из-за недостатка корма и болезней. На Дальнем Востоке запрещена охота на подсвинков кабана. Но они и так гибнут после отстрела взрослых особей, отстрела, который разрешен законом. Так что любые воздействия на дикую фауну необходимо тщательно продумывать.

## БЕРЕЖНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ЗЕМНЫМ НЕДРАМ

**Академик Н. МЕЛЬНИКОВ, председатель Комиссии по изучению производительных сил и природных ресурсов при Президиуме АН СССР**

В послевоенные годы многих полезных ископаемых на нашей планете добыто больше, чем за всю историю человечества. Ежегодно из недр извлекаются миллиарды тонн полезных ископаемых: нефти, угля, сланцев, руд черных и цветных металлов, асбеста, слюды, каолина, калийных солей и т. д. Если такие темпы развития производства сохранятся, то в 2000 году объем добытого в мире минерального сырья должен почти в 14 раз превысить уровень 1950 года.

Нередко говорят о том, что минеральные запасы планеты практически исчерпаны. Дескать, по мере роста наших геологических знаний, с ростом уровня поисковых и разведочных работ, с развитием техники раскрываются все новые и новые резервы подземных богатств, и им-де не видно конца.

Я не сторонник такой точки зрения. Геологи — разведчики недр уже основательно изучили даже довольно глубокие горизонты земного шара. Прогнозные запасы многих важнейших полезных ископаемых известны с достаточной точностью. Правда, мы пока еще не знаем, ждут ли нас на больших глубинах новые образования полезных ископаемых. Скажем, существует ли на глубине 7—10 километров, невзирая на высокие температуры, нефть и природный газ?

В ряде зарубежных стран, например, в Болгарии, существуют государственные органы, ведающие охраной природы и животного мира. В девяти союзных республиках СССР есть подобные учреждения. Но Всесоюзного комитета — полновластного хозяина всей природы страны — нет. А он необходим, потому что сегодня охрана природы и в том числе диких животных — это дело государственной важности. Большую, можно сказать, подвижную работу проводит Всероссийское общество охраны природы, его различные подразделения. Важные задачи решают управление по Охране природы, заповедникам и охотничьему хозяйству Министерства сельского хозяйства СССР, «Лавохота» при Совете Министров РСФСР и многие другие организации. Но верховный орган, планирующий и контролирующий основные мероприятия по охране диких животных на территории СССР, жизненно необходим.

Если там есть твердые полезные ископаемые, то думаю, что горняки еще многие и многие годы не смогут организовать экономичную добычу с таких больших глубин. Во всяком случае, никак нельзя категорически утверждать, что минерально-сырьевые ресурсы планеты безграничны.

Большинство ученых и специалистов-практиков справедливо считают сейчас главной проблемой горного дела бережное, экономное отношение к подземным богатствам.

Современные геологи и горняки ужаснулись бы, увидев, какую руду сбрасывали в отвалы полвека назад: тогда ее считали недостойной внимания или просто пустой породой из-за низкого содержания полезного компонента.

Например, в прошлом веке считалось целесообразным добывать свинцово-цинковую руду, в которой содержалось в среднем 8—10 процентов полезных компонентов. В начале XX века горняки с успехом извлекали из недр 6—7-процентную руду. Перед второй мировой войной эффективным содержанием свинца и цинка в руде считалось до 5—8 процентов. Сегодня горняки не пренебрегают рудой, содержащей 1,5—2,7 процента этих металлов. Время делает геологов и горняков все более снисходительными и по отношению к медной руде. В XIX веке годной к добыче считалась руда с 5—6-процентным содержанием металла. Сейчас разрабатываются залежи, в которых меди — 0,8—1,5 процента. Та же тенденция и в железорудной промышленности. Железистые кварциты Курской магнитной аномалии — это бедные родственники богатых магнитных залежей руд. Между тем именно КМА мы называем основной базой сырья для советской черной металлургии. Современная техника благодаря обогащению позволяет получать концентраты, содержащие железа свыше 60 процентов.

Меняется уровень механизации труда, совершенствуются технологические процессы

обработки сырья, изменились и требования к рудам. Полвека назад, да что там полвека, лет 20—30 назад, на поверхности земли вырастали горы бросового горного материала, которые по нынешним меркам можно считать пригодным месторождением. Полвека назад почти никого не интересовали кадмий, индий, германий, селен, теллур, галлий и другие редкие и рассеянные элементы: Рассеянные — это значит не образующие в недрах значительных минеральных скоплений, это элементы-полутучки. Добывали, скажем, железные руды, а вместе с ними заодно еще и кадмий и индий... Железо извлекали, а попутные оказывались в отходах. А это химические элементы, без которых немислм прогресс атомной и радиоэлектронной промышленности, ракетной техники. Кадмий нужен для того, чтобы сделать медь в сплавах доступной холодной обработке, индий — для придания сплавам антикоррозионных свойств германий, селен, теллур — основное сырье для производства полупроводников...

Не так давно среди песков Средней Азии было открыто и сейчас разрабатывается месторождение золота. Драгоценный металл встречается здесь в виде микроскопических крупинок. Самый опытный старатель не смог бы намыть и щепотку среднеазиатского золота: слишком мелко оно. Не справиться с этой задачей и с помощью промышленных методов добычи, которые хорошо показали себя в Магадане или на приисках Лены. Десять лет назад на это месторождение махнули бы руки. В наши дни его сумели использовать — извлечение золота ведется новым отечественным способом с применением ионообменных смол.

Это лишь несколько примеров, демонстрирующих, как меняется отношение человека к недрам: в хозяйственный оборот вовлекаются все более бедные руды, из руд стараются извлечь все ценное, стараются не дать ничему пропасть...

Масштаб нашей горной промышленности очень велик, поэтому мы должны быть вдвойне бережливыми. Маленькая небрежность оборачивается грандиозными потерями. Например, при транспортировке теряется более 3 процентов всего добытого угля. А ведь это 20 миллионов тонн — столько, сколько располагают на год некоторые страны.

Борьбу с потерями надо начинать уже на самых первых этапах — при добыче и обогащении — лервинной переработке полезных ископаемых. Скажем, при добыче руд цветных металлов под землей остаются обширные пустоты — камеры. Их нельзя делать безгранично большими. Чтобы своды не обрушились, в подземных залах приходится оставлять подпирющие колонны. Это могут быть бетонные столбы или столбы из руды, специально оставленной для этого. Что выгоднее: терять руду на подпорки или ставить бетонные крепления? В каждом конкретном случае это приходится решать заново, используя специальные методы подсчета. Чаще всего оставлять богатую руду бывает невыгодно. Камеры закладыва-

ют пустыми породами, взятыми с поверхности.

К сожалению, потерь при подземной добыче еще много, например, угля теряется около 25 процентов, железной руды — 20 процентов, а калийных солей — почти половина.

Руду отделили от массива — начинается ее путь наверх и далее на обогатительные фабрики. Здесь опять потери. руда рассыпается из вагонок и в дороге и при разгрузке.

Начинается обогащение. Самый совершенный процесс не позволяет полностью извлечь то количество полезного компонента, которое содержится в руде. Снова потери.

Готовится концентрат, из которого получают металл. Пропадает еще несколько процентов. Всего же теряется почти половина добытого металла.

То же самое с нефтью. До сих пор еще не разработаны экономичные способы, позволяющие полностью извлекать подземные залежи. При добыче в недрах остается почти половина нефти. Потом начинаются потери при переработке, при транспортировке, при хранении, при неправильном использовании нефтяных продуктов. В итоге только небольшая часть запасов месторождения используется по назначению.

Если наладить работу в горном хозяйстве так, что большинства этих потерь не будет, можно говорить о том, что запасы полезных ископаемых увеличены вдвое. Мы должны помнить и то, что потери несут не только экономический ущерб — они сокращают плацдарм горного дела будущего.

Проблема борьбы с потерями имеет для народного хозяйства такое же значение, как и проблема повышения производительности труда.

В рудах химические элементы никогда не встречаются в одиночку, они всегда образуют минеральные сообщества. Природному газу сопутствуют гелий, сера, азот; нефти — газ, сера, йод, бром; железным рудам — титан, ванадий, медь, кобальт, никель, золото; углю — колчедан, германий; меди — галлий, кадмий, селен и т. д.

С точки зрения экономики горного производства это очень выгодно. Каждый кубометр горной массы, поднимаемый на поверхность, содержит не один и не два ценных компонента, а бывает что пятнадцать — двадцать.

Нередко сопутствующие элементы имеют большую ценность, чем основные, затмевают их по стоимости. Так, например, золото, серебро, кобальт, теллур и германий дороже медной руды Гайского месторождения, в которой они находятся.

Попутная добыча — это не значит, что добыча какого-то элемента ведется лишь по ходу дела, как бы между прочим. Слово «попутно» имеет только технологический смысл. А с точки зрения хозяйственной оно часто подразумевает как раз самое главное.

Из 70 химических элементов, получаемых на предприятиях цветной металлургии, почти половина извлекается попутно. Например, серебро, висмут, платина и платиноиды, счесть часто золото, сера, цинк, свинец, медь.

Итак, казалось бы, ясно, что комплексное использование месторождений полезных ископаемых экономически чрезвычайно выгодно. Сама природа подсказывает нам наилучшую стратегию их добычи. Однако эта стратегия еще не всюду восторжествовала. Только один пример: гигантское Соколовско-Сарбайское месторождение, дающее в год миллионы тонн железной руды, может еще поставлять стране кобальт, медь, фосфор, серу.

Что же сдерживает развитие комплексной добычи? В годы первых пятилеток Советская страна нуждалась в основных, так сказать, фундаментальных видах сырья, имеющих первостепенное значение для народного хозяйства: в угле, железе, нефти, цветных металлах. Некоторые химические элементы вообще были тогда не нужны или казались роскошью по тем временам. После Великой Отечественной войны экономика страны тоже была напряженной и заставляла капитальные вложения направлять только на решение важнейших задач. Так постепенно сложились методы проектирования горно-обогатительных предприятий, рассчитанные на получение какого-то одного компонента. Впоследствии требования промышленности расширились, выросли экономические возможности страны, комплексному использованию месторождений еще не всегда уделялось должное внимание.

Кроме того, комплексный подход к нед-

рам первоначально обходится всегда дороже. Геологи, например, разведку месторождения, должны оценить не только запасы железа, но и еще нескольких элементов. Горняки должны соответствующим образом поставить их добычу, обогащение — разработать новую технологию обогащения с извлечением попутных элементов... Все это накладно — во всяком случае, на первых порах.

Бывает, что и наука не успевает за требованиями промышленности. Создать технологию извлечения десяти элементов из одной руды нелегко. Но еще не было случая, чтобы это оказалось вообще невозможным.

В области комплексного использования месторождений у нас большие задачи. Например, совместно с газом из месторождений Тюменской области можно добывать ежегодно миллионы тонн конденсата, а из него зимнее дизельное топливо и бензин, который полностью обеспечит моторным топливом транспорт Западной Сибири.

Значительные запасы серы сосредоточены в высокосернистой нефти Башкирии, Татарии, Куйбышевской области. Не менее важно повысить использование пластовых вод, добываемых попутно в огромных количествах вместе с нефтью. Эти воды станут главной сырьевой базой йодо-бромного производства, могут быть источниками получения стронция, поваренной соли.

Вскрышные породы карьеров Курской магнитной аномалии могут послужить сырьем для крупных цементных заводов и заводов по производству извести. Таких примеров множество.

Комплексное использование полезных ископаемых — узловая проблема народного хозяйства СССР.

## ЧЕЛОВЕК В ГОРОДЕ

Профессор Г. СИДОРЕНКО, директор Института общей и коммунальной гигиены имени А. Н. Сысина АМН СССР.

Человек будущего — это в основном городской житель.

В 1970 году в городах Советского Союза проживало 136 миллионов человек — 56 процентов всего населения. Ежегодно на карте страны появляется примерно 20 новых городов и полсотни поселков городского типа. Ожидается, что в 1980 году городское население достигнет 170—180 миллионов человек, в 2000 году — 240—250 миллионов, в 2070 — до 450 миллионов.

Каким же должно быть главное местожительство людей?

Отвечают на этот вопрос по-разному, но с одним согласны все: не таким, как многие из современных городов.

Я сам видел щиты на берегу реки Потомак, строго предупреждающие вашингтонцев: купаться нельзя! Более того, если капли этой речной воды попадут на кожу,

то надлежит поторопиться в больницу. Не река, а сток химикатов — продолжение химического производства, безответственно расположенного посреди жилых кварталов.

В гостинице города Гельзенкирхен (центр Рурской области) мы неосторожно открыли на ночь окна и потом всю ночь кашляли. В городе... Впрочем, нет смысла продолжать этот унылый перечень.

Итак, каким должен быть город будущего?

Надо стремиться создавать города с идеальной, можно сказать, девственной средой обитания, к которой испокон веков привыкло человечество, с воздухом, таким же чистым, как на просторах Атлантического океана. С водой родниковой незамутненной. Города, где было бы зелено и тихо, и т. д. Так отвечают на вопрос о будущем городов люди, далекие от современных проблем градостроительства. Но иногда и специалисты высказываются подобным образом, предлагают проекты преобразования городской среды, которые невозможно осуществить ни технически, ни организационно, ни с точки зрения экономики.

Другая крайность: исходить только из технических или экономических возможностей снижения загрязнения окружающей



Фото В. Опалина.

среды. Скажем, заводские выбросы в атмосферу удаётся сократить в два раза, затрачивая на это средства в разумных пределах. Дальнейшее уменьшение выбросов потребует серьезных капиталовложений, а то и полной ликвидации производства, его организации в другом месте. Это чересчур дорого... Другой пример. Требуется построить очистные сооружения для промышленных сточных вод. Сколько будет стоить сделать сток таким же чистым, как вода в реке? Может быть так дорого, что предприятие потеряет на этом существенную долю своих прибылей?

Этот взгляд на городскую жизнь очень распространен за рубежом: в странах Западной Европы, США, Канаде... Условия обитания современного горожанина определяются, грубо говоря, на бухгалтерских

счетах. И такой подход к делу не нов. Он является продолжением того безответственного отношения к здоровью жителей городов, которое вообще свойственно частному предпринимательству и которое выработывалось многие годы.

Первые признаки беспокойства появились после того, как Лондон несколько раз окутало ядовитым туманом, во время которого врачи отметили, что смертность среди хронических больных, пожилых людей, детей резко возросла.

Подобные явления наблюдались в США, Бельгии, Мексике, Японии... Иными словами, беспокойство появилось тогда, когда в городах многих стран стали возникать опасные для жизни ситуации.

Мнение советских гигиенистов: городская среда не может сейчас предоставить

человеку такие же условия обитания, как, например, сельская местность, но и нельзя допустить, чтобы городская среда наносила ущерб здоровью людей.

Советские гигиенисты первыми экспериментально разработали те требования, соблюдение которых делает город здоровым. Ученые разработали, а санитарная служба страны проводит эти требования в жизнь, опираясь не на инициативу отдельных лиц или организаций, а на Общесоюзное санитарное законодательство и государственные оздоровительные мероприятия.

Первый этап в работе гигиенистов — определение предельно допустимой концентрации вредных веществ в воде, в воздухе. Определение происходит в лаборатории на животных. На них испытывается влияние различных доз того или иного вещества: 1, 5, 10 и 20 миллиграммов (цифры условные). Предположим, что уже 5 миллиграммов оказали воздействие на животное. Это не значит, что подопытный кролик умирает. Нет, он живехонек... Только у него, к примеру, нарушился обмен витамина С. Или понизилась активность лейкоцитов. Прямой угрозы его жизни еще нет, есть только предпатологическая ситуация. Вывод — испытываемая концентрация вещества (в воздухе или в воде) недопустима. Предельно допустимой концентрацией утверждается такая, которая не оказывает воздействия на организм в длительном хроническом опыте по биохимическим, физиологическим и другим показателям.

Например, в настоящее время проводится до 40 только биохимических тестов, позволяющих установить токсичность вещества. Гигиенисты с помощью самых современных методов выясняют потенциальную «агрессивность» того или иного соединения, включая изучение возможного канцерогенного, эмбриотропного, мутагенного, аллергического воздействий.

На сегодня мы установили величины предельно допустимых концентраций в воде водоемов почти для 400 вредных веществ, в атмосферном воздухе — для 120 вредных веществ и для 25 их комбинаций. Это огромный труд. Подобной работы не проводилось ни в одной стране мира.

Гигиенический норматив, установленный в лаборатории, после утверждения Министерством здравоохранения СССР становится одним из пунктов Всесоюзного санитарного законодательства.

Теперь в дело вступают санитарные врачи. Они строго контролируют соблюдение гигиенических нормативов. Между предприятиями и жилыми районами организуются санитарно-защитные зоны — озелененные участки, величина которых зависит от степени вредности промышленного предприятия. Ввод эффективных очистных сооружений дает право на сокращение санитарно-защитной зоны.

Все новые города, которые ежегодно вырастают в нашей стране, проектируются и застраиваются в строгом соответствии с санитарными нормами и правилами.

Старые города, конечно, сразу не перестроить. В них санитарная служба требует уменьшить до установленных норм загрязнение атмосферы, водослив, снизить шум от работающих агрегатов, транспорта. Вот, например, как боролись за чистый воздух санитарные врачи Москвы. После Великой Отечественной войны все теплоэлектростанции столицы работали на бурых углях, отчего в воздух попадало много золы. Врачи настояли на том, чтобы в топках города стали сжигать антрацит, дающий меньше дымных выбросов. Затем в дело пошел мазут, а сегодня — газ, почти не портящий атмосферу. Кроме того, за послевоенное время из Москвы было выселено около 700 предприятий и цехов. В результате всех мер московский воздух только за последние 10—12 лет стал чище в 3—4 раза. Московская атмосфера — одна из самых чистых столичных атмосфер во всем мире. Те же меры приняты для очистки воздуха многих других крупных городов Советского Союза: Ленинграда, Свердловска, Горького.

Санитарные врачи контролируют сооружение новых предприятий, начиная с выбора площадки для строительства. Без их санкции не может начать работать ни один завод, ни одна фабрика.

Санитарная служба продолжает действовать и после того, как предприятие начало работать. При этом санитарная служба СССР располагает большими полномочиями. Она может остановить (совсем или временно, до введения в строй очистных сооружений) работу предприятия, загрязняющего окружающую среду выше установленных гигиенических нормативов.

Плановые, научно обоснованные оздоровительные государственные мероприятия, проводимые в нашей стране, позволяют, несмотря на бурное развитие всего народного хозяйства страны, добиваться постоянного снижения уровня загрязнения окружающей среды. В большинстве капиталистических стран пока лишь мечтают о стабилизации уровня загрязнения воды и воздуха.

Опыт советских гигиенистов привлек внимание многих государств. В своем роде он уникален — подобных работ не проводила ни одна страна.

Социалистические страны уже давно перенимают наш опыт, во многих из них, например, принят ряд советских нормативов на допустимые концентрации вредных веществ. Многие капиталистические страны изучают эти нормативы, предлагают сотрудничать в области гигиены. Нашим коллегам из этих стран интересно, как готовят санитарных врачей десятки медицинских учебных заведений Советского Союза. Для них в новинку сам факт существования подобной профессии. Нашим коллегам интересно, как проводятся в жизнь гигиенические рекомендации. В США установлены нормы для 6 вредных веществ, однако они приняты еще не во всех штатах. В ФРГ знакомые ученые говорили мне, как не дают хода их рекомендациям промышленники.



В свою очередь, и советские специалисты хотели бы кое-что позаимствовать из зарубежной гигиенической практики: некоторые методы экспериментальных исследований, широкое применение компьютеров в работах и т. д.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды диктуется самой жизнью. Воздух, отравленный заводами ФРГ, поступает на территорию Франции, ГДР. Воды Дуная протекают по территории нескольких стран, и все они должны думать о том, как сохранить чистоту реки. Многие государства заинтересованы в чистоте Балтийского моря, Черного, Средиземного, в чистоте океанских вод и т. д. Желание и добрые намерения одного государства не принесут полного успеха. Только объединенными усилиями многих стран мира можно решить актуальнейшую проблему современности — оздоровление планеты, нашего общего дома.

Фото В. Опалина.

## ЧИСТАЯ ВОДА

Профессор А. ГИНДИН, член Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике.

Впервые о недостатке пресной воды заговорили вскоре после окончания второй мировой войны. Быстро восстанавливавшаяся промышленность Европы первой почувствовала «приступ жажды». Сегодня без учета возможностей водного хозяйства нельзя всерьез рассматривать будущее роста городов, промышленности, сельского хозяйства.

Дефицит водных ресурсов не случайность, не катастрофа, перед которой вдруг оказалось цивилизованное человечество, а закономерность развития жизни и деятельности человека на Земле.



В нашей стране недостаток в пресной воде пока ощущается не так сильно, как в других районах земного шара. Но нам тоже приходится считаться с возможностями рек и водоемов, ресурсы которых до недавнего времени казались беспредельными.

Со школьных лет мы знаем, что суша составляет менее 30 процентов поверхности Земли, а все остальное — бескрайний океан. Но соленая вода океанов не пригодна ни для питья, ни для полива полей. Без пресной воды нельзя производить целлюлозу и бумагу, ткани и алюминий, пищу и сталь. Во многих производствах пресная вода служит посредником, без которого нельзя обойтись, — катализатором в химических реакциях, теплоносителем в энергетике. Отбирая излишнее тепло или унося с собой вредные или ненужные для изготовления продукции примеси, вода делает дело, которое только ей под силу. Нет ни одной вещи или продукта, при изготовлении которого не расходовалась бы вода. И нет такого материала, к которому было бы столь небрежное отношение, какое существует к воде.

Люди всегда считали — и справедливо, — что вода возобновляется в природе. Для этого нужно лишь выдерживать некоторые условия, например, возвращать воду в реку, откуда ее взяли, пусть с примесями. Свойство рек самоочищаться благодаря идущим в них биогенным процессам долгое время позволяло справляться с отходами. Но сегодня промышленные предприятия сбрасывают в реки слишком большое количество загрязненных сточных вод, которые убивают жизнь в водоемах. К сожалению, всерьез на это обратили внимание довольно поздно, когда уже много предприятий было построено без учета требований очистки. Теперь приходится строить и совершенствовать очистные сооружения.

Сегодня самый крупный потребитель воды наших рек и водохранилищ — ирригация. На втором месте — промышленность и энергетика. На третьем — коммунальное хозяйство городов. При составлении водного баланса страны необходимо прежде всего обеспечить насущные нужды людей в воде. Затем дать воду энергетике, ибо без электроэнергии сегодня жизнь представить невозможно. Потом, учитывая интересы рыбного хозяйства и некоторые экологические постоянные, например, такие, как урвень и соленость Каспийского и Азовского морей, планируется допустимое количество воды для нужд ирригации.

Сейчас мы все более внимательно и бережно относимся к расходу и качеству воды. В 1971 году затраты на строительство очистных сооружений городов составили сотни миллионов рублей. Все предприятия, построенные за последние годы, обязательно имеют специальные сооружения по обезвреживанию и очистке сточных вод. Совершенствуются технологические циклы, в которых применяется вода, в результате значительно возрос объем воды, возвращающейся в системы оборотного водоснабжения. Практически сток предприятий, на которых осуществлен полный водооборот,

уже не влияет на качество воды в водоемах.

В марте прошлого года ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами». До 1975 года должны быть построены очистные сооружения в Казани, Куйбышеве, Ульяновске, Калининe и других крупных городах, где сточные воды еще не подвергались полной очистке. Предполагается, что к 1980 году сброс неочищенных сточных вод в бассейнах Волги и Урала будет полностью прекращен.

Но и этих мер, оказывается, недостаточно для того, чтобы удовлетворить из года в год растущую потребность народного хозяйства в воде. Уже сейчас ясно, что нам придется вмешаться в существующее распределение стока.

Человек давно мечтал повернуть реки вспять. Печору через верховья Камы сделать притоком Волги, перебросить воды Оби и Енисея через Тургайский перевал в бассейн Аральского моря. Технически такие грандиозные проекты в наше время вполне осуществимы, но против них есть немало возражений. Перевос вод Печоры потребует строительства больших водохранилищ, которые отнимут у сельского хозяйства землю там, где ее не так уж и много.

Неприятными могут оказаться последствия переброса большого количества вод из Сибири в Среднюю Азию. Есть предположения, что резко сократится период функционирования Северного Морского пути, значительно на юг продвинется зона вечной мерзлоты. Так что в нашем деле надо «мерить» не семь раз, а значительно больше, прежде чем перерезать веками сложившиеся водоразделы.

Среди разработок есть интересные проекты, касающиеся наших внутренних морей. Например, предлагается отделить залив Кара-Богаз-Гол перемычкой от Каспийского моря, чтобы уменьшить засоленность и обмеление моря. По подсчетам, это даст Каспию от 5 до 10 миллиардов кубометров воды в год. Возражения против проекта говорят о том, что это уменьшит запасы крупнейшего в мире месторождения мирабилита, ценного химического сырья. Впрочем, чем-то в любом случае поступиться придется.

Другой проект предлагает создать в Керченском проливе регулирующее сооружение с тем, чтобы сократить переток пресной воды в Черное море из Азовского. Это уменьшит засоленность Азовского моря и спасет ценные породы рыб, гибнущие от повышения содержания соли в этом море.

Вообще же при решении всех и всяческих вопросов, связанных с функционированием и преобразованием водного хозяйства, всегда возникают конфликтные ситуации — слишком много отраслей народного хозяйства зависит от воды. Причем цели у ведомств разные и в чем-то они могут стать противоположными. Скажем, очевидны объективно возникающие противоречия (о них много писалось и пишется) у рыбни-

ков с энергетиками. А с мелиораторами конфликты возникают и у тех и у других. Пришло, мне думается, время создать специальную отрасль народного хозяйства — водное хозяйство. На ведомство, которое им будет заниматься, следовало бы возложить задачи воспроизводства водных ресурсов, охрану водоемов и разработку мер по предотвращению их загрязнения, эксплуатацию всех биологических ресурсов водоемов, решение всех вопросов, связанных со снабжением водой народного хозяйства. Необходимость в таком учреждении ощущается все острее. Вода перестала быть вечным бесплатным даром природы — заботу о чистой воде человек должен взять на себя.

Определить, что такое «чистая вода», не так просто, как кажется. Биологи считают, что чистая вода — это вода, в которой живут микроорганизмы и которая пригодна для питья. Химики признают чистой дистиллированную, безжизненную воду, а энергетикам важно, чтобы она не содержала примесей железа и т. д.

В нашей стране Министерством здравоохранения установлены (по специальному длинному перечню) предельно допустимые концентрации вредных веществ в питьевой

воде, Министерством рыбной промышленности — для рыбохозяйственных водоемов.

В этом случае к воде предъявляются более высокие требования — в ней рыба живет. Теоретически для питья можно брать любую воду, так как современные очистные сооружения достаточно совершенны для ее очистки. Но практически последствия, к которым может привести воздействие некоторых мельчайших непредусмотренных примесей, неизвестны. Точные нормативы на чистоту воды еще требуют доработки и совершенствования. Здесь очень трудно найти меру допустимого. В США, например, чистота воды определяется таким способом: в резервуар с взятой на пробу водой сажают рыбу. Если в течение определенного времени рыба погибнет, значит, вода непригодна.

Чистота водоемов зависит не только от количества и качества сточных вод, но и от множества других факторов. Это и правильное применение ядохимикатов и минеральных удобрений в сельском и лесном хозяйствах, и меры по предотвращению загрязнения дренажных вод в ирригационных системах, и мероприятия, препятствующие биологическому загрязнению, и многие, многие другие.

## ОЗЕРО — ЭТО МАЛЕНЬКОЕ МОРЕ

Л. КАЙБЫШЕВА.

Фото автора.

...Ужасающее количество непоправимых ошибок, которые по незнанию допустили люди в отношении к водоемам, говорит о необходимости фундаментальных теоретических исследований, связанных с практическими задачами цивилизации. Они помогут выявить ранее неизвестные природные закономерности и их реакцию на человеческое вмешательство в дела природы. В этом — ключ перехода людей к более здоровому образу жизни. Чтобы использовать водные ресурсы планеты, не нанося им ущерб, мы должны знать принципы их существования и развития.

Люди и животные порою нуждаются в грамотном враче. А лечение озер и рек часто отдано в руки знахарей. Прошло время, когда очистка сточных вод считалась достаточной при выполнении принятых до сих пор стандартных требований к ее прозрачности и отсутствию токсичных веществ. Теперь меры спасения вод должны быть рассмотрены с учетом свойств биологической ассоциации водоемов.

Используя вычислительные машины, люди должны помнить, что для работы машин необходимы точные исходные данные, полученные специалистами различных профилей. Нам нужны опытные, грамотные лимнологи.

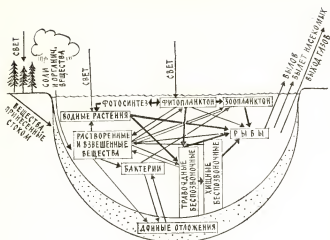
Советские ученые достигли уже значительных успехов во всех областях лимнологии. СССР занимает ведущее место в области микробиологических и бактериологических исследований, а также исследования биологической продуктивности водоемов...

Президент Международного общества  
лимнологов профессор В. РОДЭ.

Цюрихское озеро в Швейцарии никогда не загрязнялось промышленными и бытовыми отбросами: все городские стоки, прежде чем попасть в озеро, проходили тщательную очистку. И тем не менее водоем пришлось спасать.

Еще в начале нашего века это прекрасное горное озеро славилось своей прозрачайшей бирюзовой водой. Здесь водились лососевые рыбы, хариус, сиг — обитатели чистых и холодных вод. Город Цюрих и его окрестности пользовались дарами этого озера и берегли его.

Население росло. А озеро мутнело, приобретая зеленоватый оттенок — «зацвело». Глубинные, холодные воды теряли необходимый рыбам кислород на окисление этой излишней зелени. А в теплых поверхностных водах, как известно, лосось жить не может.



Долго не могли обнаружить причину бедствия. Но когда это удалось сделать, озеро постепенно начало обрывать свой прежний облик.

Чтобы понять, что же произошло, я обратилась к профессору Леониду Леонидовичу Россолимо, крупнейшему специалисту в области затрофирования водоемов. Вот что он рассказал:

— Большинство озер умеренных и высоких широт северного полушария образовалось в конце ледникового периода, когда талые ледниковые воды заполняли понижения на поверхности Земли. Эти первые озера были таними же пустынными и унылыми, кан и онружающий ландшафт. Но постепенно их заселяли простейшие водоросли и живые организмы. Дожди приносили воду, а ручьи — еще и остатки растительности суши и минеральные вещества, вымытые из почвы. Первичные водоемы превращались в современные озера.

Прошли тысячелетия, прежде чем голые нотлованы, заполненные водой, населил многообразный живой мир. И вот теперь мы стоим перед иной проблемой — перепроизводством в озерах органического ве-

щества. И этот процесс многим из них грозит гибелью. Казалось бы, что станет возражать против выисоних кормовых начеств озера? Чем больше водорослей (норма), тем больше мелких организмов, а следовательно, и рыбы, которая питается тем и другим.

Но рыбе еще нужен кислород. И зависимость между компонентами: минеральные вещества — кислород — водоросли — рыбы — чрезвычайно сложна.

В процессе фотосинтеза зелень — от микроскопических водорослей до прибрежной растительности — преобразует минеральное вещество и энергию Солнца в органическое вещество — белковые молекулы. В этом процессе участвуют и растворенные в воде соли, в первую очередь соли фосфора и азота. А их теперь с избытком приносят бытовые и промышленные стоки, рени, горные потони и ручьи, вымывающие удобрения с полей. Но ведь фосфор и азот — удобрения! Именно тан. И чем больше фосфора и азота в воде, тем больше в озере и водорослей.

Избыток фосфора и азота вызывает в озере своего рода «демографический взрыв». Мельчайшие, микроскопические водоросли покрывают всю его поверхность. В толще воды с ка-

Общая схема круговорота веществ в озере. Чем сложнее пищевые цепи, тем благополучнее водоем. В погибающем озере не только уменьшается число растительных и животных организмов, но и сокращается количество видов. Оставшиеся поедают лишь привычные для них питательные вещества и не в состоянии очистить воду от «чужого» корма.

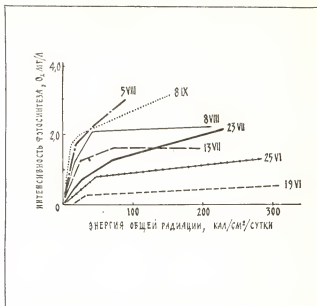
тастрофической быстротой размножаются сине-зеленые водоросли. По берегам множатся заросли водных растений, например, элодея, тростника. Их опутывают бесчисленные нитчатые водоросли, дающие массу легко загнивающего вещества. Берега заболачиваются. Зелень, отмирая, опускается на дно. Разлагаясь, она потребляет сразу огромное количество кислорода. Но даже при нормальном режиме водоема того кислорода, который образуется в процессе фотосинтеза, едва хватает для дыхания живых организмов. К тому же образуется нислород у поверхности, а тратится на окисление в основном на глубине, где запасы его практически не пополняются.

Избыток фосфора стал причиной «зацветания» Цюрихского озера. Его губили городские бытовые стоки, содержащие большое количество моющих веществ. А они, нан известно, чрезвычайно богаты фосфором. Но ведь все стоки, поступающие в озеро, проходили тщательную очистку?

В большинстве своем очистные сооружения состоят из трех основных компонентов: фильтров, убирающих твердые частицы, химических аппаратов для очистки воды от ядовитых веществ, и биологических отстойников, где разрушаются органические остатки, ил. Последние в основном и делают воду прозрачной.

А какой должна быть вода для питья? Чистой, нс ядовитой и приятной на вкус. Присутствие фосфора и азота на эти качества иннан не влияет. К тому же обычное количество фосфора в воде составляет

Зависимость интенсивности фотосинтеза планктона от количества солнечной энергии (в калориях на см<sup>2</sup> за сутки) в разные дни наблюдений из озера Дривяты. Кривые показывают, чем меньше света падает на поверхность озера, тем активнее утилизируют его планктонные организмы в процессе фотосинтеза. Это типично для озер умеренной полосы.



всего тысячные доли миллиграмма на литр, а азота — сотые доли. Избыточным (но не вредным) считается увеличение их количества в десять раз. Ощутить это на вкус трудно. Потому-то на их присутствие и не обращали внимания.

О роли избыточного фосфора в воде ученые узнали лишь в последние годы. Убрали излишек (это сделали с помощью солей железа), и Цюрихское озеро стало возрождаться.

Озера СССР более благополучны, чем западные. Цюрихское, Боденское, Женевское, озеро Заладнгерманской низменности, США, Англии, скандинавских стран лервыми испытывали влияние антропогенного загрязнения (не следует путать с процессом загрязнения мусором и токсичными веществами). Немногие из этих озер уже логично безвозвратно.

Дело в том, что и море и озеро, как, впрочем, и любой организм, способны защитить себя от влияния вредных или избыточных веществ, но до определенных пределов. Если болезнь зашла слишком далеко, — и хирург не поможет.

Мы так подробно рассказывали о Цюрихском озере, потому, что этот пример наиболее разителен. Более полувена понадобилось швейцарским ученым для определения диагноза его болезни. И это не удивительно. Люди еще слишком мало знают свою Землю.

Человечество пользуется дарами и услугами Мирового океана, вероятно, с первых дней своего существо-

вания. Но лишь в последние десятилетия всерьез заинтересовалось его жизнью, происходящими в нем процессами. Тан и озеро, водохранилища, рени. Без них мы не можем обойтись. И тем не менее мы знаем об их жизненных закономерностях порою меньше, чем о самых удаленных районах Мирового океана.

«Не плюй в колодезь». Кому не известна эта истина? Люди делают это на каждом шагу, мимоходом. Порою, исполненные самых лучших чувств по отношению к окружающей среде, они по неведению серьезно влияют на химический состав вод рек, озер, водохранилищ.

Известно, что на все искусственные водохранилища-моря играют только лопотливую роль. Слеса от энергетического голода, они заливают плодородные пойменные земли. Образуются неустойчивые (ло времем года) мелководья, проладеют нерестилища. Мелководья зарастают осокой и «зацветают». В них блаженствуют комары. Новое море поднимает уровень грунтовых вод. Подтопляются берега, образуются болота. Нарушается биоценоз (равновесие биологических сообществ) воды и

суши. А ведь этого можно было избежать, насылав ограничивающие валы. Теперь тан и постулат при сооружении новых водохранилищ.

«Благородной» рыбе не нравится и в лодогретьх стонах элентростанций, хотя эти стони и не несут никаких химических добавок. И тогда любители прохлады — лососевые рыбы, осетры — устуляют место малоценным породам.

Но, с другой стороны, в сибирских термальных водах, получаемых из снажич, успешно выращивают зеркального карпа. Пруды там даже удобряют химическими веществами, но они не зацветают, потому что искусственно азрируются нислородом. На ТЭЦ имени Классона лод Москвой разводят растительных рыб, которые самостоятельно способны поддерживать количество растительности в водоемах на определенном уровне. А в Казахстане нашли применение и «сорной» рыбе — лескарям, бычанам, чебану. Вместе с растительноядными дальневосточными рыбами они очищают там каналы и водохранилища. Означается, они лучше других справляются и с личинками комаров.

Даже предположив, что мы имеем дело с идеальным чистым водоемом, не так-то просто выявить внутренние законы, по которым живут его обитатели.

Водные организмы — очень чувствительные создания. Профессор Георгий Георгиевич Винберг обнаружил, к примеру, что развитие планктонных веслоногих рачков зависит не только от количества питательных веществ в воде, но и от степени проточности воды. А доктор Ланд, английский ученый, изолировал группу планктонных животных от хищников в пластиковых трубах. Однако вместо того, чтобы начать процветать, животные чуть-чуть не вымерли: им мало отсутствия пожирающих хищников — им еще нужны продукты разложения их трупов.

Профессор Г. Г. Винберг курирует секцию «продуктивности пресных вод» Советского национального комитета по Международной биологической программе и заведует лабораторией пресноводной и экспериментальной гидрологии Ленинградского зоологического института АН СССР. В основе его работы — тесная взаимосвязь всех протекающих в водоеме процессов.

Г. Г. Винберг подошел к исследованию цепи «Солнце — водоросли — зоопланктон — более крупные животные и рыбы — мертвое вещество» с энергетических позиций.

В процессе фотосинтеза, утилизируя углекислоту, воду и минеральные добавки, водоросли используют и накапливают энергию Солнца. При этом для синтеза 1 грамма органического вещества требуется примерно 3,5 калории энергии. Если съесть грамм этого вещества, то же 3,5 калории выделятся. Это и есть показатель потребления энергии. А дальше в процессе пищевых взаимоотношений обитателей водоема калории только тратятся при разложении или переходят из одного организма в другой. Грубое госсэрэ, взвесьте всех озерных рыб, мы увидим,

какое количество энергии пошло на их создание. Значит, остальное количество солнечной энергии ушло на засорение озера излишними водорослями и продуктами их гниения. Количество тепла, приходящегося на единицу поверхности озера, нетрудно определить приборами.

Все эти расчеты профессор Винберг первым среди лимнологов заложил в электронную машину, разработав сложную математическую модель экологической системы водоема (экология — наука о взаимодействиях живой и неживой природы). По его системе можно заранее предвидеть, какие последствия вызовет вмешательство человека в любую из компонентов озерной структуры. Но получить достоверные исходные данные под силу лишь армии квалифицированных специалистов, вооруженных новейшими приборами и совершенной теорией.

Некоторые представления о характере такого рода информации дает пример изучения условий освещенности вод на разных глубинах и влияние освещенности на скопление живых организмов (предмет исследований заместителя директора Института озераведения АН СССР Кирилла Андреевича Мокиевского).

Пронизав водную поверхность, солнечные лучи в разную погоду и на разных глубинах в разной степени поглощаются водной толщей. Отраженные от более плотных или менее прозрачных слоев, они образуют своеобразный световой порог (он перемещается даже в течение суток в зависимости от гидрологических условий в озере). Именно здесь и скапливаются рыба. Как считает К. А. Мокиевский, зная заранее оптические свойства какого-то конкретного озера, можно в зависимости от погоды предсказать удобные для лова рыбы места и даже прогнозировать биологическую продуктивность этого водоема (биологическая продуктивность — простотой общего количества живого вещества всех групп организмов в опре-

деленном участке биосферы — скажем, водоема — за единицу времени: например, за год).

Хотя лимнология (бухвалю — наука о луже), подобно океанологии, объединяет узких специалистов многих областей знания, все же она в большей мере, чем какая бы то ни было другая наука, носит комплексный характер. К сожалению, не все лимнологи готовы признать необходимость комплексного изучения озера. Хотя и «узкого» исследователя нетрудно понять: ведь и в самом деле порою на изучение какой-нибудь «красной козявки с длинным хвостом» может не хватить целой жизни.

И тем не менее советские ученые отстаивают именно комплексный метод исследования. Он характерен для Института озераведения АН СССР. За комплексный метод ратуют и представители старой гвардии советских лимнологов, полвека назад в Косино, под Москвой, заложивших основы своей науки: Л. Л. Россолимо, Г. Г. Винберг, С. И. Кузнецов (последнему за выдающиеся исследования в области микробиологии и биохимии в 1971 году вручена медаль Наумана, основателя Международного объединения лимнологов).

Этот поход за комплексный метод имеет значение не столько для советских ученых, с самого начала признавших его целесообразность, сколько для многочисленной армии зарубежных лимнологов, далеко не всегда готовых выйти за пределы своей узкой специализации.

Озеро — это малозначное море: в нем происходят в принципе те же процессы — гидрологические, физические, химические, биологические, — которые надо знать и понимать. Оно также связано с атмосферными явлениями.

Внутренние воды планеты с их растительным и животным миром — это одна из очень важных деталей одной биосферы Земли, частью которой является и сам человек и вне которой он существовать не может.



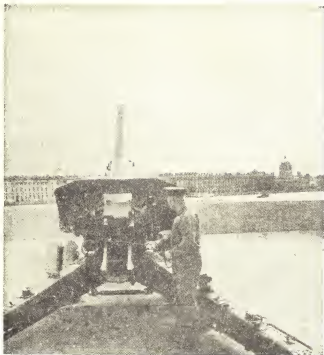


▲ Северные озера, как правило, не слишком богаты растительностью и очень чисты.

Но вблизи населенных пунктов, даже не имеющих промышленных предприятий, те же озера

водными растениями их богатыя фосфором и азотом бытовые стоки.





Две 152-миллиметровые гаубицы образца 1938 года установлены в Петропавловской крепости на Нарышкинском бастионе в годовщину 250-летия города. Эти орудия защищали Ленинград в Великую Отечественную войну. Теперь они несут мирную службу в крепости.

Вскоре прозвучал пушечный выстрел, возвещающий о наступлении «адмиралтейского часа» — начало обеденного перерыва на занятиях.

А СТЕПАНОВ

«Семья Звонарьевых»

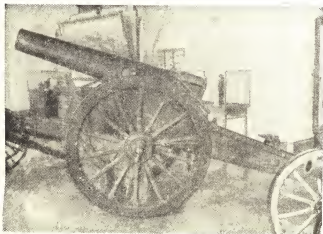
Говорят, жителя Ленинграда от гостя города отличить просто. Солнце в зените. Над Невой проносится грохот орудия—гость обычно вздрагивает, ленинградец смотрит на часы—12.00.

Вот уже сто лет в городе на Неве ровно в полдень раздается выстрел вестовой пушки. Однако архивные документы сообщают, что первый мирный выстрел прогремел со стен Петропавловской крепости еще при Петре Великом. В одном из самых ранних описаний Санкт-Петербурга рассказывается, что царь-преобразователь завел обычай: начало, середину и конец работы отмечать пальбой из пушки. Кроме того, три раза в неделю залпом с государева бастиона Петр собирал владельцев лодок, дабы побеседовать с ними о морских делах.

В назначенный для гуляния в Летнем саду день в пятом часу пополудни производилось несколько пушечных выстрелов. С последним сигналом все чи-

## ВОЗРОЖДЕННАЯ ТРАДИЦИЯ

Б. РАДЧЕНКО.



долгие годы возвещала о наступлении полудня эта бронзовая сигнальная пушка образца 1867 года, установленная на бастионе Петропавловской крепости. Пушка находится теперь в Военно-историческом музее артиллерии инженерных войск и войск связи.

новые особы, дворяне, канцелярские служители, корабельные мастера и даже иностранные матросы обязаны были спешить в сад.

При Екатерине выстрелами зорной пушки встречали солнце и провожали его.

О наводнениях, столь часто грозивших Петербургу, жителей также оповещали выстрелы пушки. Поднялась вода на три фута — залп с Галерной гавани, на пять — с Адмиралтейства, на семь — с Петропавловской крепости. Но предыстория «полуденного» выстрела этим не ограничивается.

С основанием в 1703 году Санкт-Петербурга встал вопрос о проверке времени. В 1704 году на деревянный колокольчик при церкви Петра и Павла поставили часы с боем. А в 1714 году о времени оповещали часы, установленные на башне Адмиралтейства. Однако звон курантов не доходил до окраин разросшегося города.

22 декабря 1735 года Жозеф Делиль, профессор астрономии Петербургской академии наук, вошел в конференцию академии с «полезным проектом, чтобы дать каждому санкт-петербургскому обывателю способ, как исправно заводить по солнцу стениные и карманные часы». По проекту Делиля пушечный выстрел должен был проводиться «точию в самый полдень», но не с Петропавловской крепости, а с Адмиралтейства.

Проект иностранца Делиля президент академии барон фон Корф отправил в докладом в кабинет ее императорского величества. «По сему» представлению употребить вместо пушечного выстрела один нарочитый величины колокол, которым в урочный час аккуратно знак подавать, по чему прочие городские часы следовать имеют».

Кабинет хотел заменить пушку колокольным звоном. На это последовало возражение, что колокольный звон или набат у нас действуют во время пожарной тревоги и главным образом во время пожара, а если в 12 часов дня «ути-

реблять... колокол», то обыватель не будет знать, что означает этот звон — пожар или 12 часов. С предложением академика Делиля в конце концов согласились, и с 1736 года началась знаменитая пушечная пальба в «адмиралтейский час».

В XIX столетии на пулковских высотах под Санкт-Петербургом родилась Главная Российская обсерватория, в обязанность которой вменялись задачи практической астрономии, в том числе наблюдать за звездами и блюсти время. В 1863 году пулковское время от астрономических часов начал передавать по проводам в Главную Петербургскую телеграфную контору, откуда точное время сообщалось на железнодорожные станции всей Российской империи. Два года спустя сигнальная пушка, соединенная электрическим кабелем с телеграфом, дала свой первый полуденный залп.

В начале 70-х годов прошлого века было указано, что выстрел пушки с Адмиралтейства не так звучен, как если бы стрелять из Петропавловской крепости, на бастионах которой в то время стояло 40 пушек для салютов.

К этому предложению прислушались, и в течение лета 1873 года к комендантскому дому в крепости подвели телеграфную линию. В сентябре того же года с набережной главного казначейства привезли гладкоствольную пушку системы Маевского — 60-фунтового калибра. Орудие установили на Нарышкинском бастионе рядом с Екатерининской беседкой с флагштоком. Начались ежедневные выстрелы в полуденный час с Петропавловки, которые продолжают до настоящего времени.

Более четверти века сигнальная пушка исправно несла свою мирную службу времени, пока 22 декабря 1907 года при производстве полуденного выстрела не разорвало ее ствол. После этого случая на бастионе решили установить две сигнальные пушки. Одну для страховки. Подобрал ко-

бронзовые, осадные орудия образца 1867 года. Изготовленные мастерами С.-Петербургского арсенала в 1875 году, они состояли на вооружении Петропавловской крепости.

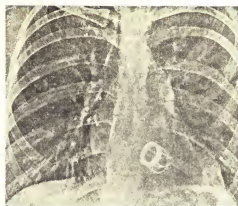
25 октября (7 ноября) 1917 года революционные солдаты, матросы и красные гвардейцы шли на штурм самодержавия. В тот день выстрел прозвучал только поздним вечером. По приказу члена Военно-революционного комитета В. А. Антонова-Овсенко артиллеристы крепостной роты в составе капитана В. И. Смолина, бомбардира А. Я. Сколотнева и капитана А. Вилляева произвели холостой выстрел из полуденной пушки лишь в 21 час 45 минут. Это было известие о полной боевой готовности гарнизона крепости. Это был выстрел-сигнал легендарному орудью крейсера «Аврора».

Шли годы. Традиция продолжала жить, но старые, изношенные орудия время от времени нарушало четкий ритм подачи сигналов. В 1934 году пушки умолкли. Одну из них передали в Военно-исторический музей артиллерии инженерных войск и войск связи.

Прошло двадцать два года. В годовщину празднования 250-летия города на Неве исполком Ленгорсовета вынес специальное решение — возродить историческую традицию. На могучие стены Нарышкинского бастиона подняли две 152-миллиметровые гаубицы образца 1938 года, которые в грозные дни блокады отражали натиск фашистских захватчиков.

...В тихий вечер 21 июня 1957 года, как обычно, по гранитным набережным Невы гуляли ленинградцы и гости города. Вдруг из крепости раздался выстрел. Другой... третий... Это артиллеристы под командой полковника запаса Михаила Васильевича Кудрявцева произвели пробные выстрелы из мощных орудий. А для дна спустя в городе-герое официально возродилась старая добрая традиция.

# РЕНТГЕНОГРАММА НА БУМАГЕ



Электрорентгенограмма грудной клетки больной (21 год) с митральным пороком сердца; снимок сделан через три года после операции замены пораженного клапана шариковым протезом.

Кандидат медицинских наук  
В. БОРОДУЛИН.

**М**едицинская электрорентгенография — один из новых методов исследования больного. В чем же сущность метода и его отличие от всем известной рентгенографии?

Для больного, проходящего обследование, процедура получения электрорентгенограммы мало чем отличается от привычной. Тот же рентгеновский кабинет (правда, незатемненный), тот же экран. А вот для врачей, читающих электрорентгенограмму, разница очень большая.

Во-первых, значительно отличается само изображение. Видны детали, относящиеся как к плотным (ребра, ключицы, позвонки), так и к мягким (кожа, подкожный жировой слой, мышцы, внутренние органы) тканям. Резкость изображения велика, рисунок в целом приобретает большую структурность и кажущуюся объемность. Во-вторых, процесс получения готового снимка занимает считанные минуты. Предварительно врач может прочитать его через 30 секунд, прямо с пластины. Мы не оговорились: вместо рентгеновской пленки в кассету оставлена селеновая пластина, которая становится матрицей будущего изображения на бумаге.

Таким образом, электрорентгенограмма — это лист самой обычной писчей бумаги с закрепленным изображением.

Совершенно очевидно, что преимущество нового метода в скорости получения изображения имеет решающее значение в случаях экстренной рентгенодиагностики (например, если по ходу операции необхо-

димы контрольные рентгенограммы и хирурги, прервав ее, стоят и ждут снимка).

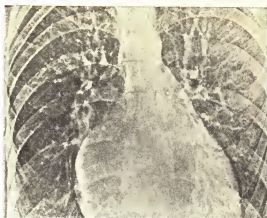
Электрорентгенографический метод позволяет получать снимки не только быстро, но и экономно. Селеновая пластина при грамотном обращении с ней служит долго и позволяет получить тысячи электрорентгенограмм. По ориентировочным подсчетам, каждый квадратный метр селеновых пластин заменяет больше трех тысяч квадратных метров рентгеновской пленки, что означает экономию в 50 килограммов серебра и около 100 килограммов дефицитной фотографической желатины.

Поскольку способ чисто физический — «сухой», нет нужды в специальных фотолaborаториях: весь процесс проходит на свету. Материалы, используемые в электрорентгенографии, не горят и не чувствительны к ионизирующему излучению.

Итак: быстро, экономично, удобно.

Но тем не менее путь метода в медицинскую практику был долгим и сложным. Причина? Низкая фоточувствительность селеновых пластин. Этим фактором можно было пренебречь, выходя, например, дефекты металла (в промышленной электрорентгенографии). Но, обследуя человека, рентгенолог никогда не забывает о лучевой нагрузке, падающей на пациента. Чем ниже чувствительность воспринимающего слоя, тем выше должна быть доза облучения. Именно это обстоятельство было тормозом при исследованиях внутренних органов.

В 1965 году у нас в стране сотрудниками Института электрографии были созданы аппарат ЭРГА-М и селеновые пластины СЭРП-30, фоточувствительность которых позволила значительно приблизиться к обычным в рентгенографии дозам облучения. Созданные позднее в том же институте пластины СЭРП-100-150 снизили луче-



Слева: элентрорентгенограмма. Справа: рентгенограмма грудной клетке больного с митральным пороком сердца.

вую нагрузку до нормы. В развитии медицинской элентрорентгенографии наступил новый период, который по праву может быть назван советским: и по сей день за рубежом нет элентрорентгенограмм, подобных снимкам внутренних органов, полученным 5 лет назад и приведенным здесь (см. рисунки).

В 1964—1970 годах в Первом московском медицинском институте и в Научно-исследовательском институте клинической и экспериментальной хирургии группа врачей под руководством Н. Р. Палева и И. Х. Рабкина и инженер С. М. Лихтин сначала на подопытных животных, а затем и в клинике изучали возможности элентрорентгенографического метода в диагностике заболеваний легких, сердца, почек.

На элентрорентгенограммах хорошо воспроизводится рисунок трахеи и бронхов, богаче деталями легочный рисунок, четче контурируются сердце и его камеры, лучше выявляются образования, расположенные за его тенью. Элентрорентгенограммы давали ценную диагностическую информацию при воспалительных процессах, полостных образованиях, раке и туберкулезе легких, при врожденных и приобретенных пороках сердца. Позднее удалось получить высококачественные снимки почек и мочевых путей.

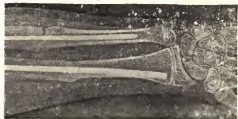
Исследования сотрудника Московского научно-исследовательского рентгено-радиологического института В. Л. Крупницкого, а также группы вильнюсских врачей К. И. Амброзайтиса, М. Б. Шнедериса и других, работавших параллельно с коллективом Н. Р. Палева, подтвердили перспективность нового метода.

Элентрорентгенография может и должна стать важнейшим методом неотложной рентгенодиагностики и массовых обследований.



Ангиограмма правого легкого.

На элентрорентгенограмме видны пореломы обеих ностей предплечья. Кости соединены металлическими гвоздями.



# ПАМЯТЬ БИОСФЕРЫ

Ю. ШИШИНА.

Фото Н. Лозелиуса.

## АРЫ-МАС

В переводе с долганского Ары-Мас значил «Лесной остров». Самый северный лес на земле клинсом вдается в холодное море Лаптевых. Его координаты — 72°30' северной широты. Летом, в полярный день, солнце здесь за горизонт не уходит. Но все, что ему удастся, — это лишь слегка подтопить слой вечной мерзлоты, взломать лед на реке, подтаять плотный покров снега. Снежки-перелетки на фоне свежей зелени напоминают о суровости здешнего края даже в самое теплое время года.

Возросшее напряжение в отношениях человека с природой оставило считанные области на планете, где еще сохраняется относительно первозданное состояние. Среди других районов Крайнего Севера к ним относятся и Ары-Мас. Краткое лето здесь используется для научных экспедиций.

Хотя самолет от Москвы до Хатанги летит шесть часов, до Ары-Маса добираться все еще тяжело: путешествие от аэропорта по рекам Хатанге и Новой занимает порой несколько суток.

Первая научная экспедиция прибыла сюда сорок лет тому назад, в период начавшегося хозяйственного освоения Севера. Следующий рекгносцировочный визит ученых состоялся в 1969 году, стимулированный Международной биологической программой.

Еще более представительные отряды полярной экспедиции работали на Ары-Масе в 1970—1972 годах. Это сотрудники Ботанического института АН СССР, его лаборатории Крайнего Севера, которой руководит заслуженный деятель науки, один из пионеров освоения Севера, профессор Борис Анатольевич Тихомиров. Б. А. Тихомиров принял эстафету полярных исследований от основоположников отечественного тундроведения А. Ф. Миддендорфа, Р. Поле, В. Н. Сукачева. Теперь на Север потянулись его ученики. Отряды БИНа работают на Таймыре, Чукотке, острове Врангеля, в Якутии, на Средне-Сибирском плоскогорье.

Север активно привлекает к себе внимание и интерес ученых: здесь обнаружены газонефтеносные, рудные области, здесь и богатства шельфовой зоны северных морей. Территории, тысячелетиями оставшиеся вне интенсивного хозяйственного использования, так называемые экстремальные зоны, все стремительнее вовлекаются в сферу экономических интересов.

Однако планы по экономическому использованию Севера сталкиваются с большими трудностями, зависящими от своеобразия природных его условий. Столь суровая по отношению к человеку, эта часть биосферы сама по себе чрезвычайно ранима. Природа миллионы лет вырабатывала в малопригодном для жизни участке планеты подвижное равновесие во взаимодействии живых систем и косной среды. Непродуманное, не проверенное наукой внедрение людей и

Вот он, «Лесной остров».





техники в мир этого хрупкого равновесия способны обратить Север из потенциальной кладовой в ледяную пустыню.

От специалистов-биологов сейчас требуются предваряющие освоение обоснованные научные рекомендации по рациональному использованию легко разрушающихся и с трудом восстанавливаемых здесь биологических ресурсов, выработка «общей стратегии в отношении Севера», по выражению академика М. В. Келдыша.

На Ары-Масе, как и в других стационарах тундры, работают исследователи разного профиля: геоботаник Б. Н. Норин, почвовед И. В. Игнатенко, специалисты по фитоиндикации Ю. А. Мартин, Н. В. Ловелюс, климатолог В. Н. Адаменко, геоморфолог Ж. М. Белорусова и другие.

Всестороннее изучение почв, распределение глубин залегания вечной мерзлоты, детальное изучение растительности, разработка мер по организации заповедной территории (по заданию Главного управления по охоте и заповедникам при Совмине РСФСР), изучение динамики природных рубежей, которые неоднократно перемещались с места на место на протяжении существования жизни на Земле, и истории расселения растительности — таков неполный перечень ближайших задач отряда. Одна из них, продиктованная Международной биологической программой, — получение сведений о продуктивности растительных сообществ...

Ежегодная прибыль живого вещества в высоких широтах Арктики чрезвычайно колеблется, что зависит от многих природных факторов.

Из биологических индикаторов, улавливающих эти колебания, самый совершенный, пожалуй, дерево. Продолжительность жизни дерева соответствует обычно нескольким человеческим поколениям. Встречаются среди деревьев и такие «мафусанлы», как, например, секвойя и сосна остистая, некото-



Так выглядят самые старые 250—350-летние деревья на Ары-Масе.

Кончается лес, здесь проходит его северная граница.





Река Новая — естественная граница лесного массива на Севере.

Несколько сантиметров в высоту — вот и все «дерево».

плоскосторья, Охотско-Колымское нагорье, Центральная Якутия и Камчатка — районы, в которых до сих пор собирал образцы древесины один из участников отряда, кандидат географических наук Николай Владимирович Довеллус.

Теперь очередь за деревьями Ары-Маса... Вокруг Ары-Маса расстилается слегка всхолмленная равнина тундры. Сам же остров — редколесье лиственницы. В пойме реки деревья поднимаются на десять — двенадцать метров, хотя максимальная их толщина едва достигает 30 сантиметров. К вершинам же холмов они делаются все ниже и ниже, а на не защищенных от ветра просторах тундры и вовсе уступают место льнувшей к земле стелющейся форме. Несколько сантиметров высоты — вот и все «дерево»... Такие «деревья» обрамляют поляриную границу азиатского леса, обрывающуюся на 72°48' северной широты.

#### ХРАНИТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ

Первым обратил внимание на годовичные кольца деревьев еще Леонардо да Винчи. В 1892 году русский исследователь Ф. Шведов опубликовал свою «деидрометоду». Исследуя годовичные кольца акации, он выявил на основании повторяемости минимальных приростов акаций из-за недостатка влаги некую закономерность, согласно которой предсказывал засухи на территории черноземной полосы России.

Не одого Ф. Шведова, но и других его современников, в частности Д. И. Менделеева, увлекла идея извлечения информации, накапливаемой деревьями. Ученый считал

рые экземпляры которых живут в Северной Америке несколько тысяч лет. Такие деревья могут сообщить о прошлом окружающей среды многое, надо уметь только извлечь из них эту информацию. Доступный измеренный анатомический признак — ширина годовичного кольца — говорит не только о колебаниях прироста древесины, он позволяет узнать о некоторых событиях прошлого, поскольку кольца древесины интегрально отражают состояние среды. В биосфере лес есть самое большое скопление жизни, писал когда-то В. И. Вернадский. Развивая эту мысль, можно утверждать, что лес и самое большое скопление информации о биосфере, позволяющее ввести в ее оценку «четвертое измерение» — время. Лес — своего рода «память биосферы». Задача биологов — ее расшифровать.

Карпаты. Хребет Сунтар-Хаята. Горы Путорана. Хребет Кодар, Восточные Саяны, Эльгинское, Нерское, Средне-Сибирское

стал полезным собирать сведения по «морфометрии деревьев» в разных климатических зонах страны. В конце XIX столетия, во время своей поездки на Урал, он написал даже статью — обращение к исследователям и практикам лесного дела, где призывал их посылать на его имя сведения о лесах, планируя в дальнейшем обобщить этот бесценный, по его выражению, клад, который может ускользнуть от научного сознания. Увы, осуществить этот замысел Меиделеву так и не удалось. Позже американский астроном А. Е. Дуглас создал в Аризонском университете специальную Лабораторию дендрохронологии, ставшую сейчас ведущей лабораторией мира. Он с помощью годичных колец секвойи датировал древние постройки индейцев племени пуэбло, сравнивая кривые роста живых деревьев (с известной датой рубки) с теми, из которых были построены жилища индейцев. Шведский ученый С. Ерландсен исследовал влияние температур на прирост сосны в Северной Швеции и Финляндии. По годичным кольцам советский ученый Б. А. Колчин датировал исторические памятники древнего Новгорода, С. Г. Шиятов — постройки «Златоголовы Мангазеи» на реке Таз. Деревья Полярного Урала поведали климатологу В. Н. Адаменко об изменчивости баланса ледников за 260 лет. Советские исследователи А. Н. Тюлина, Г. И. Галазий, В. Г. Колищук по кольцам следили за перемещением границ лесов.

Работ по использованию годичных колец накопилось немало. Но если наука XIX столетия лишь утверждала связь между годичными кольцами и средой, то современная наука пытается уже использовать эти связи для решения разнообразных практических задач.

### ПРИНЦИП ЗЕРКАЛЬНОСТИ

**В** климатологии существует взгляд, согласно которому волны тепла перемещаются по планете с запада на восток. Если это так, то деревья должны «замечать» их распространение, фиксируя в разных районах прохождение этих волн. Свою научную работу десять лет тому назад Н. В. Ловеллус, тогда еще студент, начинал с проверки этой гипотезы. Ее подтверждение могло, как полагал исследователь, помочь прогнозировать теплообеспеченность разных районов страны.

Он собрал древесную информацию — спилы деревьев в Кадарском и Мунку-Сардыкском горноледниковых районах, в горах Путорана Восточной Сибири (с верхней границы лесов). Однако, как показал анализ, судить о прохождении волн тепла по кольцам деревьев оказалось невозможным: на обширных территориях годы прироста и anomalно больших и anomalно малых колец совпадали. Тот же самый анализ вопреки ожидаемым результатам проявил совсем иную закономерность — приростом деревьев явно дирижировал какой-то единый механизм.

Последующая статистическая обработка материала, полученного из десяти горных

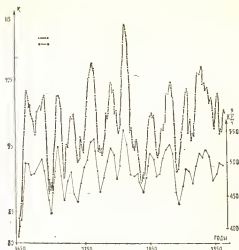
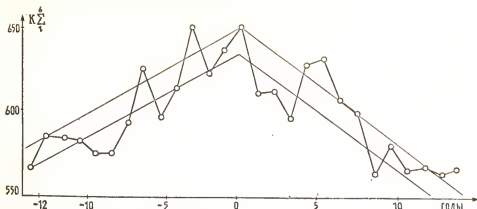


График прироста годичных колец хвойных пород деревьев, составленный по данным исследования горных районов СССР. Верхняя и нижняя кривые, построенные на основе разных методов, выявили одну и ту же закономерность: по датам anomalно больших и anomalно малых приростов был рассчитан 24-летний ритм колебаний прироста хвойных на верхней границе леса.

районов страны, вовлечение статистических данных за 413 лет других исследователей — С. Г. Шиятова, Г. Е. Комнина, В. Г. Колищука, — позволила Н. В. Ловеллусу проследить в приросте деревьев четкий двенадцатилетний и двадцатичетырехлетний ритмы. Характер ритмичности напоминал хорошо знакомый гелиофизикам цикл активности ближайшей к нам звезды — Солнца.

Уже и прежде некоторые исследователи сопоставляли прирост древесины с солнечной деятельностью, но прямые параллели приводили, как правило, к противоречивым выводам. В данном же случае в единую цепь были выстроены сведения, взятые с обширного полигона лесов, были «спрошены» деревья, расставленные природой на протяжении двенадцати тысяч километров, от западной до восточной границ нашей страны, применен метод наложения эпох. Все это позволило исключить местные, входящие влияния и вычленил глобальную закономерность. Оказалось, что в эпохи максимумов солнечной деятельности прирост у хвойных деревьев на верхней границе леса уменьшался, достигая в одиннадцатилетнем цикле наименьших значений на второй год после экстремума, то есть когда деятельность Солнца достигает наивысшей точки. В эпохи минимумов солнечной активности прирост древесины, напротив, увеличивался с той же закономерностью.

Расшифрованные воспоминания леса подтвердили, таким образом, тесную зависимость жизнедеятельности биосферы от активности Солнца, а кроме того, «принцип зеркальности», установленный на коренных бактериях еще профессором А. Л. Чижевским — пионером гелиобиологии.



Распределение прироста годичных колец хвойных в 22-летнем цикле солнечной активности (обобщенные данные, полученные по 10 горным районам СССР). На фоне большой волны прослеживаются колебания ритмов меньшей продолжительности и амплитуды.

В какой-то мере, приобретая характер универсального общеприродного закона, этот принцип открывает возможность совершенствования на геофизической основе долгосрочного прогноза продуктивности лесов.

### СОЛНЦЕ В ТУНДРЕ

Чижевский в свое время показал, что расцвет некоторых эпидемий приходится на второй-третий год после максимума солнечной активности; это хорошо согласуется с данными науки об усилении корпускулярных потоков, идущих от Солнца именно в это время.

Принцип зеркальности обнаружился и в росте еловых лесов центральной Якутии, сосны на верховых болотах северо-запада СССР. По непоятным пока причинам знак установленной зависимости на полуострове Лабрадор изменился на противоположный (такое же изменение знака заметили и в атмосферных процессах метеорологов), но принцип остался.

Для исследователей-биологов экстремальные зоны нашей планеты особенно привлекают как природные лаборатории, где влияние тех или иных факторов на жизнедеятельность организмов проявляется ярче, освобожденное от второстепенных, отвлекающих обстоятельств.

Со времени В. В. Докучаева проводится аналогия между особенностями течения процессов жизни в высокогорной и тундровой зонах, но степень их сходства количественно до сих пор не измерялась.

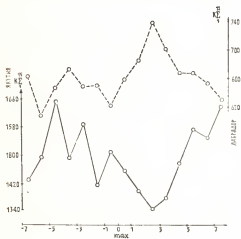
Вполне понятен был интерес Н. В. Ловелюса к продолжению на Ары-Масе работ, начатых в высокогорьях.

Кажется очевидным и бесспорным, что в условиях Севера тепло — определяющий фактор в жизни дерева. А вот сравнение приростов с температурами такой прямой зависимости не обнаружило. Однако листвейники Ары-Маса сообщили, что и на Крайнем Севере солнечный пульс сохраняет свое доминирующее влияние на темпы прироста деревьев.

Рассматривая на спилах распределение эксцентриситеты прироста деревьев, исследователь убедился в том, что на Севере она результат чисто механических воздействий. Растение стремится противостоять напору ветров, откладывая наибольшее количество древесины с наветренной стороны. На Ары-Масе ветры дуют преимущественно с северо-востока. Соответственно и наибольшая толщина колец направлена на северо-восток. (Считалось, что наибольший прирост орнентирован на юг.) Эксцентриситет ствола, таким образом, подводит к пониманию распределения поля ветров. И там, где метеонаблюдения не ведутся, а также в палеоклиматических реконструкциях этот ключ может дать такие сведения, которые иным путем добыть невозможно.

В пойменной террасе в районе Лесного острова, размываемой рекой Новой, обожались пни древних деревьев, некогда засе-

Рост годичных колец ели в центральной Якутии — нижняя кривая и на полуострове Лабрадор, в Канаде — верхняя кривая. 0 — год максимальной активности Солнца; годы, предшествующие ему, даны с отрицательным знаком, последующие — с положительным.



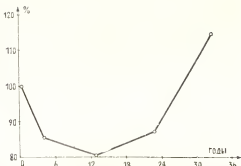
лявших Север далеко за пределами нынешней полярной границы леса. Диаметр отдельных ископаемых экземпляров достигает 50 сантиметров. Наибольший прирост у этих деревьев направлен на запад и северо-запад. Значит, когда-то, примерно 5 000 лет тому назад, циркуляция атмосферы была здесь совсем иной. Она обеспечивала Северу более благоприятный климат в те далекие времена.

## ОТЗВУКИ КОСМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ

Вернувшись в 1969 году с гор Средней Азии в Ленинград, гляциолог Е. В. Максимов привез с собой с верхней границы леса Зеравшанского хребта, с высоты 3 500 метров над уровнем моря, уникальный образец дерева архив туркестанской. Это дерево родилось в 1163 году и прожило без малого тысячу лет. Оно пережило на своем веку множество событий, в том числе три взрыва сверхновых звезд: звезды Тихо Браге в 1572 году, сверхновой Кеплера в 1604 году и, наконец, взрыв «Кассиопея А» в 1700 году.

Сохранила ли память старого дерева хоть слабое воспоминание об этих катастрофах в Галактике, сопровождавшихся выделением колоссальных количеств энергии? Предположение это было вполне допустимым. Как показал Н. В. Ловеллус, годичные кольца, рассмотренные относительно дат взрывов сверхновых звезд, свидетельствуют: темп роста дерева после взрыва резко снижается, он уменьшается на протяжении последующих пятнадцати лет, после чего наступает восстановление темпов роста, заканчивающееся через 35 лет после взрыва. Механизм явления пока неясен, но сам факт чувствительности деревьев к происходящему в Галактике увлекает на путь дальнейших исканий в этом направлении.

В последние годы установлено, что древесные кольца — это своеобразные депо изотопа углерода  $C^{14}$ , по содержанию которого можно судить о ходе изменений естественной радиоактивности. Кольца «консервируют» углерод в годичных слоях. Эта способность деревьев послужила для академика Б. П. Константинова и профессора Г. Е. Кочарова основанием наметить в 1965—1967 годах пути решения проблемы «Радиоуглерод и астрофизические явления»



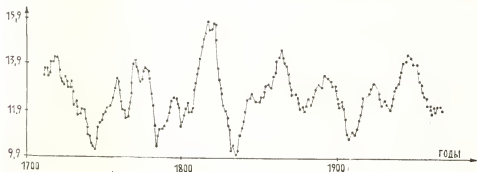
Ход прироста годичных колец архив туркестанской после взрыва сверхновой звезды. За нулевой год принят год взрыва сверхновой звезды, а за норму прироста — средний прирост годичных колец за 5 лет до взрыва.

с использованием годичных древесных колец. Одна из разделов этой проблемы — восстановление хода естественной радиоактивности за историческое время...

28 марта 1972 года в Президиуме АН СССР состоялось совещание, посвященное проблеме солнечно-земных биологических связей. Было решено в ближайшие годы включить в план научных исследований Академии наук эту проблематику, что свидетельствует о значительном крене земной биологии в сторону Космоса, об обращении к изучению ригмических процессов в биосфере. Сведения, доставляемые живыми записывающими устройствами — деревьями, будут, несомненно, иметь в этом плане немалую ценность.

Академик Б. П. Константинов говорил в свое время: «Необходимо резкое усиление интенсивности исследований по дендрохронологии не только потому, что нужны точные датированные кольца, но и потому, что эта область науки представляет большой самостоятельный научно-практический интерес».

Кривая средней температуры июля за 266 лет на 72° северной широты, полученная на основе анализа связи прироста годичных колец и температур по данным метеостанции поселка Хатанга.





# ИНФАРКТ СЕРДЦА:

## АТЕРОСКЛЕРОЗ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ЕГО ПРИЧИНОЙ

Профессор медицины из Милана Джорджо Барольди с помощью особой методики исследовал тысячи сердец людей, погибших от инфаркта, и пришел к выводам, которые противоречат давно установившимся взглядам кардиологов. По его мнению, атеросклероз не может быть причиной этого тяжелого и распространенного заболевания.



...Удар убийцы поразил человека прямо в грудь. Нож прорезал между ребрами и ранил сердце: была разрезана одна из главных артерий кровеносной системы сердца. Посрежденный сосуд в клинике перерезали, и тяжело раненый не погиб от потери крови, но пятью днями позже умер из-за заражения крови, которое началось потому, что оружие убийцы внесло в организм инфекцию.

Врачи рассчитывали при вскрытии увидеть на сердце погибшего инфаркт, то есть омертвевший участок ткани сердца, — омертвление должно было наступить из-за перерыва в кровоснабжении. Поскольку у погибшего был перерезан (а затем перевязан) особенно крупный сосуд, следовало ожидать большого инфаркта, то есть омертвления значительной части передней стенки сердца. Однако вскрытие принесло неожиданность. Мышечная ткань в области, прилегающей к раненой артерии, была вполне здоровой и нормальным образом насыщена кровью. Инфаркта не было.

Профессор Джорджи Барольди описывает этот редкий случай в своей книге, посвященной кровоснабжению сердца. Этот случай, пишет он, наглядно показывает, как прекрасно срабатывает замещающее, или так называемое обходное, кровоснабжение сердца. Именно благодаря этому виду кровоснабжения у человека, погибшего от ножа убийцы, не развился инфаркт, хотя хирурги перекрыли крупный кровеносный сосуд и тем вроде бы лишили питания кровью большой участок сердечной ткани.

В дальнейшем профессору Барольди удалось разработать особенную методику исследования, которая позволила ему детально изучить это замещающее кровоснабжение и по-новому взглянуть на систему сосудов сердца. Методика состоит в следующем. Сосуды сердца погибшего от инфаркта с помощью инъекции наполняются синтетическими жидкостями, которые по своей консистенции и другим физическим свойствам вполне похожи на кровь. Они циркулируют в сосудах примерно при том же давлении, при котором работает живая кровеносная система. Затем такое сердце опускается в раствор формалина, нагретый от 40 до 50 градусов. Синтетические жидкости полимеризуются — отвердевают. И, наконец, последний этап: мышечные ткани сердца растворяются в кислоте, и перед глазами исследователя предстает «отливка» кровеносных сосудов сердца, как бы «дерево сосудов с его ветвями и веточками».

С помощью этой исследовательской техники было выявлено неисчислимо количество сосудов сердца. Синтетические жидкости отливаются прекрасно, они воспроизводят сосуды более тонкие, чем человеческий волос, диаметром примерно в десятую долю миллиметра.

Эти удивительные отливки показывают большое значение в сердечном кровоснабжении коллатеральных и анастомозных сосудов. Коллатеральными сосудами называются ответвления от большого сосуда, они идут на некоторое расстояние параллельно

ему и возвращаются вновь в этот сосуд. Это что-то вроде рукавов и протоков большой реки. Анастомозы — это сосуды, которые связывают, подобно мостам, более крупные артерии. Значение тех и других сосудов особенно велико, когда какая-либо из крупных артерий отпадает из-за закупорки или разрыва: по ним устремляется кровь; не нашедшая себе прохода в пострадавшем сосуде. В любой области сердца есть возможности для подобной компенсации. Таков смысл замещающего кровоснабжения.

Между тем до настоящего времени ученые видят причину инфаркта в том, что какой-либо из сосудов, снабжающий сердечную мышцу кровью, закупоривается (поплатины «инфарктус» означает «запертый»), и в прилегающем к нему районе омертвевает ткань мышцы. Причина же закупорки сосудов — потеря ими эластичности, то есть отвердение и сужение их. Все вместе это называется атеросклерозом коронарных сосудов сердца. Сужение сосудов приводит, по общему мнению кардиологов, к уменьшению кровоснабжения того участка сердечной мышцы, который лежит за сужением. Если в такое сужение попадает сгусток, то сосуд полностью выходит из строя.

После дискуссии о причинах инфаркта сердца, которая проходила в 1971 году в Гейдельберге, ведущие кардиологи ФРГ, Австрии и Швейцарии подписали коммюнике, в котором отметили связь между инфарктом и закупоркой сосудов. Они писали, что более чем в 90 процентах случаев инфаркт сопровождается тяжелыми или полными закупорками. Это заключение соответствует утверждению учебников, рассматривающих венечные артерии как артерии-тупики, конечные артерии. Если это так, то, следовательно, когда тупик перекрыт, в нем не может быть никакого движения; поток крови в сосуде прерывается, и кровь не будет поступать в ткани, прилегающие к такому сосуду за местом закупорки. Так возникает инфаркт. Такова господствующая ныне точка зрения.

Правда, уже давно появились сомнения в правильности теории артерий-тупиков. Давно обсуждалось значение мостиков между артериями из коллатеральных и анастомозных сосудов, которые природа дала человеку в качестве спасительного агрегата. Однако этот агрегат считался слишком слабым. Кроме того, указывалось, что «обходные» сосуды подвержены тем же заболеваниям, что и главные артерии сердца.

Профессор Барольди сделал удивительное открытие функциональной мощи этих «мостиков». Он подсчитал их число и калибр, то есть просвет этих дополнительных сосудов, и вычислил их транспортные возможности.

Еще в нормальном, не заболевшем сердце в каждой его области действует замещающее кровообращение. Оно всегда в полной готовности принять на себя допол-

нительную нагрузку. Когда наступает потребность в усилении кровоснабжения — вследствие заболевания того или иного из основных сосудов коронарной системы, — включается природная автоматика, которая обеспечивает расширение этих дополнительных сосудов и, следовательно, увеличивает их пропускную способность. Замещающее кровоснабжение может в прямой пропорции компенсировать потери, наступившие из-за сужения основных сосудов. Расширению «кровяных мостиков» продолжается до тех пор, пока не будет гарантировано нормальное обеспечение кровью областей мышцы сердца, поставленных атеросклерозом под угрозу. Причем просвет в сосуде может увеличиваться в десять раз по сравнению с тем временем, когда он не брал на себя компенсирующей нагрузки. Более того, расширение сосудов замещающей системы происходит быстрее, чем сужение крупных сосудов вследствие атеросклероза. Таким образом, обеспечивается гарантия полного кровоснабжения областей мышцы сердца, подверженных опасности.

Эти факты заставили профессора Барольди сделать следующее заключение: атеросклероз не может быть причиной инфаркта сердца. Вызывающие им сужения сосудов заставляют расширяться другие, более тонкие сосуды, так что в конечном счете уменьшения притока крови в ткани не происходит. Замещающая система действует так успешно, что благодаря ей заболевший сосуд ставится просто уже ненужным сердцу. Даже полная закупорка большой артерии не имеет губительного значения для кровоснабжения, поскольку замещающая система к этому времени уже хорошо функционирует. По мнению Барольди, сгустки или тромбы также не могут быть прямой причиной инфаркта. Профессор подводит итог: инфаркт кажется полностью независимым от состояния вечных сосудов. Кровоснабжение в области инфаркта функционирует до самой смерти. Омертвевшие участки тканей, которые врачи обнаруживают как погибшее сердце и называют инфарктом, по представлениям итальянского ученого, возникают по какой-то иной причине, а не вследствие сужения сосудов и уменьшения кровоснабжения.

Барольди сделал свои выводы, опираясь не только на личные исследования, но так-

же на работы других кардиологов, проводившие в 1969, 1971 и 1972 годах. Он установил, что его результаты согласуются с некоторыми заключениями, сделанными разными учеными.

Важные измерения произвели американский ученый Лоуренс Коуэн и его сотрудники. Результаты их работ опубликованы в американском журнале «Кардиология».

Ученые отобрали группу из 60 пациентов, у которых с помощью рентгеновских снимков были хорошо прослежены все три главных коронарных сосуда сердца и сужения заболеваний сосудов были отчетливо зарегистрированы. У 53 процентов этих больных был сердечный инфаркт, у 65 процентов — закупорки сосудов, у 41 процента — сужения всех трех венечных сосудов. Всем пациентам с помощью катетера было введено в артерию радиоактивное вещество. Меченые атомы проходили через сердце, и тотчас эта радиоактивная кровь отбиралась вторым катетером. Таким образом удалось достаточно точно измерить количество крови, протекающей через сердце, и скорость ее движения. Исследователи установили, что скачки крови сердца при коронарных заболеваниях ни в количестве, ни в скорости не уступают кровоснабжению здорового сердца. Полученные графики коронарного потока не обнаруживают различия между пациентами, страдающими заболеваниями коронарных сосудов, и здоровыми людьми. Ни в состоянии покоя, ни при нагрузках.

Следовательно, утверждение, что сердечные болезни приводят к недостатку кислорода в сердечной мышце, в результате этих опытов не получило подтверждения. Может быть, рано списывать прежние представления о причинах инфаркта и ставить на их место выводы профессора Барольди. Очевидно, нужны широкое исследование, чтобы определить истинную цену утверждений итальянского кардиолога. Несомненно одно — перед нами протекновение, разрешение которого наука делает шаг в изучении болезней сердца — этого врага № 1. Трудности изучения действительных причин инфаркта сердца состоят еще и в том, что к какому из них можно двигаться, лишь выбравшись из наезженной колеи старых представлений.

Перевод с немецкого Г. НИКОЛАЕВА

## ● ХОЗЯЙКЕ НА ЗАМЕТКУ

### ТУШЕНАЯ РЫБА С СЫРОМ

Нарезанное на небольшие кусочки рыбное филе обжаривается вместе с луном. Каждый поджаренный кусок рыбы панируется тертым сыром. Затем из обжаренной муки, а которую добавлен бульон или вода, приготавливается соус. В этом соусе к тушится рыба. Когда она почти готова, в соус добав-

ляют лимонный сок и зелень петрушки.

На 100 граммов рыбы нужны 30 граммов сыра, небольшая луковица, столовая ложка муки, половина лимона, немного зелени петрушки и жира (лучше растительного масла).

### РЫБНЫЕ ЗРАЗЫ

Филе палтуса нарезается ломтиками. Каждый кусок отбивают. На него кладут соевый огурец, нарезанный длинными нубочками, и мелкий нарезанный репчатый лук. Каждую порцию нужно

затанать, придав ей форму зразы. Затем зразы кладут в кастрюлю либо в утятину, заливают водой и посыпают зеленью петрушки, сельдерея. Когда зразы будут почти готовы, добавляют томатное пюре или ломтики помидоров.

Блюдо заправляется сливочным маслом и сметаной.

Необходимые продукты: филе 100 граммов, 1 соевый огурец, столовая ложка томатного пюре, зелень петрушки или сельдерея, 5—10 граммов сливочного масла, столько же сметаны.

Обнаружено, что в корзинке подсолнуха число рядков семян укладывается в так называемый ряд Фибоначчи. Этот ряд начинается с нуля и единицы. Его каждый последующий член равен сумме двух предыдущих. В случае подсолнуха это выглядит так: 13, 21 34, 55, 89, 144.

Подобная закономерность обнаружена и у многих растений, причем чаще всего в генеративных органах. Так, в шишках ели чешуи, расположенные спиральными рядами, встречаются в количестве 8, 13, 21. Те же числа получаются при подсчете чешуй в плодах ананаса, рядов цветков в соцветиях одуванчика, подорожника.

Очень часто закономерность Фибоначчи обнаруживается при подсчете частей цветка: чашелистиков, лепестков, тычинок, пестиков. Иногда она проявляется в количестве элементов околоцветника или половых органов.

В животном мире также имеются примеры подобной «математизации». Например, у видов, обладающих лучевой симметрией, число симметричных органов часто бывает равно 5,8. Кости руки человека, начиная с плечевой, составляют такой ряд: 1, 2, 8, 5, 3. Позвоночник состоит из 34 позвонков. 34 — число из ряда Фибоначчи.

Объяснить «математизацию» животного и растительного мира можно довольно просто, сделав некоторые допущения в теории клеточного деления. А именно: при делении клеток не происходит раздвоения целого на две равнозначные части. Это акт размножения: из материнской клетки выделяется дочерняя, которая неравнозначна породившей ее. Следующий акт размножения: материнская клетка «порождает» еще

одну дочернюю, а первая дочерняя клетка пока что бесплодна. Ведь она еще не обладает всем тем, что необходимо для размножения. Ей для этого необходимо время. Так, на втором этапе появляются 3 клетки: 2 материнских и 1 дочерняя. На следующем этапе их пять: 3 материнских и 2 дочерних. Дальнейшее развитие процесса деления представлено на схеме.



Можно предложить и другую последовательность, но и она основана на признании неравноценного деления клеток.

Предложенная гипотеза, если она подтвердится, будет иметь большое значение для практики. Предположим, что удалось найти способ увеличивать число клеточных делений в циклах закладки исходной ткани будущей корзинки подсолнуха. Эта прибавка одного члена в ряду Фибоначчи после 55 дает увеличение числа семечек в корзинке больше чем в 1,6 раза.

**А. П. БЕРДЫШЕВ.** О некоторых математических закономерностях биологических процессов. «Журнал общей биологии», том XXXIII, № 5, 1972 г.

## КАПРИЗНЫЕ НОВОСЕЛЫ

Наблюдения, которые непрерывно ведутся на острове Тюленьем, показали, что этот «дом» стал тесен для стада обитающих тут морских котиков. Но сами котики очень консервативны, и часть стада самопроизвольно не отселается. Переселить несколько семей в удобное место и создать новое лежбище — вот идея задуманного эксперимента. Экспедиция обследовала множество районов и пришла к выводу, что всем требованиям отвечает только одно место — полуостров Терпения на острове Сахалин. Тут и прибрежные пята относительно более холодной воды, и выступающие скалы, которые служат естественным волноломом, и песчано-галечный пляж шириной в двадцать метров, и, главное, не будет беспокойства от людей.

Переселение нужно проводить летом, в разгар брачного сезона, чтобы молодняк родился уже на новом месте. У котиков очень развит стадный инстинкт, привязанность к своему старому месту. Чтобы они сразу же после переселения не ушли об-

ратно, придется сделать вольеры — огрести часть моря сетями и первые недели подкармливать животных. Это достаточно сложно, ведь новоселам ежедневно нужно не меньше шести центнеров живой рыбы. Главное для котиков — это запах «дома». Для этого придется снять и перевести на новое место верхний слой гальки с того места, где раньше они залегали, и разбросать ее на новом лежбище еще до того, как выпустят сюда животных.

Все операции — отлов и перевозка животных — должны быть проведены в один день. Отловленных животных пометят краской, чтобы можно было проследить их дальнейшую судьбу. Если эксперимент удастся, то это будет первое в мире искусственное лежбище котиков, на котором смогут разместиться до 20 тысяч зверей.

**В. ВЛАДИМИРОВ.** О переселении морских котиков с острова Тюлений. «Рыбное хозяйство» № 11, 1972 г.

# ХИМИЯ ПОЛОСТИ РТА

**Заслуженный деятель науки РСФСР, доктор медицинских наук В. КУРЛЯНДСКИЙ.**

Искусственные зубы — самый распространенный протез. Миллионы людей обязаны мастерству и искусству стоматологов.

Первые упоминания об искусственных зубах восходят к девятому веку до нашей эры. А с конца XVII — начала XVIII века зубопротезирование становится самостоятельной отраслью медицины. К этому времени относится изобретение французом Фомаром искусственных зубов со штифтами для закрепления протезов.

С тех пор стоматологи не перестают работать над совершенствованием техники протезирования. Пополняется и арсенал используемых ими средств.

Прочность, удобство, внешний вид, безвредность материала, из которого сделаны протезы, — вот те задачи, которые прежде всего ставит перед собой стоматология.

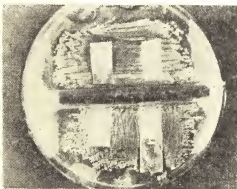
Но сейчас и это не удовлетворяет исследователей. Возникла мысль использовать при протезировании такие металлы и сплавы, которые, помимо своей основной задачи, будут выполнять и еще одну, не менее важную — оказывать благотворное влияние на организм.

Замечено, что некоторые люди, страдающие желудочно-кишечными заболеваниями, плохо переносят широко распространенные и хорошо себя зарекомендовавшие протезы из нержавеющей стали.

Не вызывающие побочных явлений протезы из золота имеют свои недостатки — они дороги и непрочны: золото — металл мягкий.

Чашка Петри наполнена агаровой массой. Сделан посев флоры. Одновременно в чашку положены четыре пластинки с различным процентным содержанием серебра.

На фото видна «мертвая зона» вокруг пластинок. Она увеличивается в зависимости от процентного содержания серебра в сплаве.



Известны целебные свойства серебра. Даже ничтожные его количества обладают стерилизующими, бактерицидными и вяжущими свойствами. Эти качества серебра используют в фармацевтической промышленности для стерилизации посуды, а в пищевой — для консервирования. Слабый раствор серебра в воде — «серебряная вода» — применяется в медицинской практике.

В Московском медицинском стоматологическом институте (кафедра ортопедической стоматологии) автором статьи совместно с инженерами Н. А. Андрюшенко, И. А. Красносельским и Е. А. Ивановым был создан для зубопротезирования специальный сплав, в состав которого вошло серебро.

Как и другие металлы, серебро в виде микроэлементов попадает в слюну и желудочно-кишечный тракт, и таким образом протезы, возможно, могли бы, помимо своего прямого назначения, оказывать положительное влияние на организм при желудочно-кишечных заболеваниях.

Из числа наших пациентов, которые нуждались в зубопротезировании, был отобрана группа в тридцать человек. Все они к моменту обращения в поликлинику института страдали желудочно-кишечными заболеваниями. После того как им был сделан протез из серебряно-палладиевого сплава, за больными было установлено наблюдение.

Оказалось, что у некоторых больных язвенной болезнью в течение нескольких лет после протезирования не наблюдалось обострений. Улучшилось и состояние страдающих гастритами.

По всей вероятности, лечебное воздействие серебряно-палладиевого сплава объясняется влиянием малых концентраций положительных ионов серебра на желудочно-кишечный тракт. Это так называемый олигодинамический эффект.

Следующий этап работы — использование олигодинамического эффекта для лечения ряда заболеваний у людей, которые вовсе не нуждаются в зубопротезировании. (Исследования проводились совместно с микробиологами. Зав. кафедрой профессор В. Сачков.) Проведены первые клинические испытания этого метода лечения. Так, детям, страдающим той или иной формой стрептококковой инфекции, например, хроническим тонзиллитом, осложненным ревматизмом, на определенный срок укрепляли на зубы каппы (насадки) из серебряно-палладиевого сплава. При этом было учтено, что спустя некоторое время любой металл, введенный в полость рта, покрывается пленкой окисла (инактивируется). Чтобы предотвратить это явление и тем самым стимулировать поступление целобных микроэлементов в биологические жидкости организма, пленку периодически удаляли с помощью слабого раствора кислоты. Пока еще окончательные выводы преждевременны. Но есть основания предполагать, что такого рода лечение инфекционных очагов эффективно.

Исследования продолжаются.

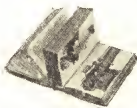


● Сенбернер по кличке Барри доставляет почту в гостиницу одного из швейцарских лыжных курортов. Гостиница находится на вершине горы и связана с долиной тросовым подъемником. На шею Барри вешают кожаную сумку с почтой, и четвероногий письмоносец спокойно устраивается в кресле подъемника. Высоты он не боится и не обращает внимания на пролетающих рядом птиц.



● У этого страшлища вполне мирное назначение. Так выглядит водолазный скафандр восемнадцатого века, сделанный в Финляндии. Костюм и шлем изготовлены из свиной кожи. Два окошка в шлеме — для наблюдения, в третье через деревянную трубу поступал воздух с поверхности. В таком снаряжении можно было пробыть под водой минут пятнадцать.

● Венецианский дож Франческо Морозини (1613—1694), опасаясь коварных врагов, постоянно носил с собой оружие. Чтобы его нельзя было застать врасплох в церкви, дож приказал сделать один из своих пистолетов в молитвенник «Закладка», торчащая из книги, соединена со спусковым крючком. Сейчас тайное оружие дожа хранится в одном из музеев Венеции.



● Один английский фермер разводит дождевых червей для продажи рыбакам. В про-

шлом году он поставил на внутренний рынок и вывез за границу около 75 миллионов червей.



● В тюрингском городке Шнепфенталь (ГДР) до сих пор сохраняется спортплощадка, разбитая 180 лет назад, в 1793 году, первая в Германии. Здесь стоят турники, брусья, перекидины, гимнастические лестницы. В этом музее нет табличек «Руками не трогать», напротив, посетителям предлагают испытать свою ловкость и силу на гимнастических снарядах двухвековой давности.

# ДАРВИНИЗМ XX ВЕКА

Кандидат биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

Быть может, на земле нет человека, ходившего в школу, который бы не слышал о Дарвине. Однако на вопрос, чем навеки прославился знаменитый английский натуралист, как ни странно, правильно отвечают не многие.

Нередко можно услышать такой ответ: Дарвин-до доказал, что человек произошел от обезьяны. Но теория о происхождении человека от общего с обезьяной предка — лишь одно из многочисленных следствий, вытекающих из учения Дарвина (правда, оно касается нас больше, чем все прочие).

Другие говорят, что Дарвин доказал существование эволюции растительного и животного мира. Такой ответ ближе к истине, но также неточен. Хотя, по словам К. А. Тимирязева, «эволюционное учение только потому и восторжествовало, что приняло форму дарвинизма», не Дарвин первый заговорил о вечном изменении и прогрессе органического мира. Уже в трудах античных философов — Анаксимандра, Демокрита, Лукреция Кара мы находим проблемски эволюционных взглядов. Человек, принявший положение Гераклита «все течет», тем самым уже признает существование органической эволюции.

Великие Дарвина в другом. Как сказал Герман Гельмгольц, «Дарвинова теория включает существенно новую, творческую идею. Она показывает, что целесообразность в строении организма могла возникнуть без вмешательства разума, в силу самого действия одних естественных законов».

Итак, заслуга Дарвина — в материалистическом объяснении органической целесообразности.

Люди издавна поражались, насколько животные и растения приспособлены во всех деталях своего строения к окружающей среде. Тонкое чутье и быстрые ноги позволяют слепню спастись от тигра; клыки и когти того же тигра помогают ему схватить и умертвить добычу; коготки и присоски паразита делают возможным существование его в шерсти тигра. Чем же объясняется различия в органической природе целесообразность?

Первым по времени возникновения было телеологическое объяснение приспособленности — все виды животных и растений созданы господом богом в первую неделю существования вселенной. Естественно, создатель наделил всех тварей органами, обеспе-

чивающими их существование (тигра — за счет оленя, паразита — за счет тигра и т. д.).

Не будем сейчас говорить о бессмысленности идеи некоего первичного творца. Однако мысль о всеблагое существе, делающем добро «и вашим и нашим», создавшем мир, в котором благоденствие одного вида зиждется на страданиях и смерти другого, кажется отвратительной. У нас есть свидетельство самого Дарвина, что эти соображения и послужили первым толчком, приведшим его к разрыву с религиозной точкой зрения:

«...предположение, что благожелательность бога не безгранична, отталкивает наше сознание, ибо какое преимущество могли бы представлять страдания миллионов низших животных на протяжении почти бесконечного времени? Этот весьма древний довод против существования некоей разумной Первопричины, основанной на наличии в мире страдания, кажется мне очень сильным».

Добавим, что такие доводы убедительны лишь для хорошего человека, каким и был Дарвин.

Второе объяснение органической целесообразности — телеологическое. Оно ведет начало от великого древнегреческого мыслителя Аристотеля. Согласно Аристотелю, форма какого-либо органа — конечная цель и вместе с тем сила, осуществляющая эту цель. Все в природе совершается ввиду конечной цели, и сама природа — единство косной материи и деятельной формы. Причина движения — форма, нематериальна, но все вещи в природе приближаются к чистой форме.

Учение Аристотеля — смесь идеалистических и материалистических взглядов. Когда он говорил о материи, существующей вне нас и познаваемой в опытах и наблюдениях, он шел по стопам Демокрита. Наоборот, учение о форме — одновременно причине и цели всякого движения — сближает взгляды Аристотеля с философией его учителя Платона.

Итак, Аристотель объяснил целесообразность строения организмов целесообразностью происходящих в них изменений. Это объяснение держится более двух тысяч лет да и сейчас находит деятельных сторонников, говорящих об адекватной (то есть соответствующей) приспособительной изменчивости, наследовании благоприобретенных



свойств и т. д. Такой живучести из-за следует удивляться. В конечном счете вопрос об органической целесообразности более философский, чем чисто биологический. А истоки как материализма, так и идеализма — в трудах античных философов.

Огромная популярность сочинений Аристотеля в средние века затолкнула церковников на мысль приспособить их к религии, объединить телеологию с теологией. Впервые попытка сделать схоласт Альберт Большетский (1193—1280). В биологии он был, правда, слаб и полагал, что у мухи четыре ноги, что пшеница может переродиться в ячмень, а из ивовых лоз при хорошем удобрении могут вырасти виноградные. Простим ему, ведь это было в XIII веке!

Мезальянс между наукой и богословием осуществил ученик Альберта Фома Аквинский (Томас Аквинст), через 25 лет после смерти (1274) объявленный святым. В первую очередь Фому Аквинского имел в виду В. И. Ленин, когда писал, что «...поповщина убила в Аристотеле живое и увековечила мертвое». Фома создал учение, называемое томизмом. Основное его положение в том, что все вещи в природе стремятся к цели и существует некая конечная цель — бог. Томизм — это доведенный до предела телеологизм Аристотеля.

Все последующие попытки как-то объяснить процессы развития в природе были телеологичны и в конечном счете сводились к возникновению целесообразности у организмов путем прямого, направленного влияния внешней среды. Первые наброски эволюционной теории мы встречаем в сочинениях Ж. Бюффона и Де Мелье, П. Кабаниса и деда Чарльза Дарвина — Эразма Дарвина. Наиболее полно телеологическое объяснение эволюции сформулировал в 1809 году в знаменитой книге «Философия зоологии» Ж. Б. Ламарк. Он постулировал два основных принципа эволюции: принцип грааций (врожденное, независимое от внешних факторов стремление к повышению организации) и принцип прямого приспособления к условиям внешней среды (путем упражнения органов и наследования приобретенных свойств).

Нетрудно видеть, что учение Ламарка телеологично, так как основывается на изначальной целесообразности реакций организмов на изменения внешней среды. В конечном счете, по Ламарку, организмы приспособлены к внешним условиям, потому что приспособляются к ним. Теорема, требующая доказательства, объявляется аксиомой. Можно ли подобное объяснение целесообразности считать удовлетворительным?

И оно действительно никого не удовлетворило. Мне доводилось встречать в литературе самые разные предположения: почему идеи Ламарка встретили в начале века столь холодный прием? Причины выдвигались разные — от наполеоновских войн до слабого развития буржуазных производственных отношений. Скорее всего дело объясняется проще. Ученых-материалистов ламарковское истолкование эволюции удовлетворить не могло, а идеалистов вполне

устраивало библейское предание о сотворении мира.

Особенно четко телеологизм Ламарка подчеркнул Энгельс: «Внутренняя цель в организме прокладывает себе затем... путь через посредство влечения. *Pas trop fort* (не очень-то убедительно). И тем не менее в этом суть Ламаркизм».

Еще более резко о телеологизме отзывался А. И. Герцен: «Естествоиспытатели, хватающие своим материализмом, толкуют о каких-то вперед задуманных планах природы, о ее целях и ловком избрании средств... Это — фатализм в третьей степени, в кубе...» И далее: «Телеология, это тоже теология. Какая же разница между предопределенной целесообразностью и промыслом» («божьем промыслом», волей бога. — Б. М.).

Через 50 лет после «Философии зоологии» Ламарка вышла в свет и разошлась в один день книга Чарльза Дарвина «Происхождение видов», которая произвела на современников впечатление разорвавшейся бомбы. Чарльз Дарвин не только говорил об эволюции, как его дед Эразм, но и дал материалистическое истолкование органической целесообразности.

Согласно Дарвину, основным движущим фактором эволюции является естественный отбор. Сила наследственности, из поколения в поколение воспроизводящая формы предков, велика, но не безгранична. Организмы изменчивы, причем для эволюции наиболее важна ненаправленная, неопределенная изменчивость. Она неприспособительна, но условия внешней среды производят жестчайшую браковку в потомстве, оставляя наиболее приспособленных. Отсюда ясно, почему организмы построены целесообразно, все прочие уничтожены в борьбе за существование. Сама идея телеологизма была, по-видимому, совершенно чужда Дарвину, и он неоднократно высказывался об этом недвусмысленно. Так, в одном из писем он говорит: «Главный пункт заключается в том, будто существование так называемых естественных законов подразумевает цель. Я этого не вижу».

Общезвестна высокая оценка дарвинизма основоположниками философии диалектического материализма Марксом и Энгельсом. Нелишне, однако, еще раз подчеркнуть, что в учении Дарвина они особенно ценили именно тот смертельный удар, который английский натуралист нанес телеологии. «Вообще же Дарвин, которого я как раз теперь читаю, превосходит. Телеология в одном из своих аспектов не была еще разрушена, — а теперь это сделано».

Любопытна дальнейшая судьба дарвинизма и ламаркизма. Учение Дарвина в кратчайший, немислимый для неспешного XIX столетия срок завоевало всю биологию. Сторонники идеалистических взглядов на эволюцию, однако, не дремали. Они объединились вокруг одного знамени, и этим знаменем стал ламаркизм.

Много пишут о трагической судьбе Ламарка — его безуспешной борьбе против научных противников и смерти в нищете. Но судьба его учения еще более трагична. Взгляды Ламарка были взяты на вооружение идейными наследниками тех, кто травил Ламарка при жизни. Сама по себе эволюция их не смущала: идеалисты эволюционировали сами. Вспомним, в частности, что Фома Аквинский вслед за блаженным Августином считал, что организмы не были созданы богом непосредственно, а земля получила силу производить их. Отсюда уже недалеко до предписанной и управляемой богом эволюции. Уже Дарвину некий богослов писал: «Я мало-помалу привык к мысли об одинаковой совместимости с высоким представлением о Божестве веры в то, что оно создало несколько первоначальных форм, способных путем саморазвития дать

начало другим необходимым формам, как и веры в то, что Оно нуждалось каждый раз в новом акте творения...» Лучшее уж телеологическое истолкование эволюции, чем безбожный естественный отбор, не остающийся в природе места трансцендентальному, чудесному. И надо отдать противникам Дарвина должное — они хорошо использовали затруднения, возникающие перед дарвинизмом.

Эти затруднения объяснялись слабой изученностью в XIX веке таких основных факторов органической эволюции, по Дарвину, как наследственность, изменчивость и отбор. С возражениями антидарвинистов стоит познакомиться. Во-первых, нечто похожее иногда можно услышать и сейчас. Во-вторых, они касались (и касаются) кардинальных проблем естествознания, имеющих философское значение.

Через восемь лет после выхода в свет «Происхождения видов» инженер Флиминг Дженкин выдвинул против дарвинизма возражение, которое сам Дарвин счел весьма серьезным и под влиянием которого в конце жизни существенно изменил свои взгляды.

Дженкин исходил из того, что возникшее случайно наследственное изменение, которое может быть поддержано отбором, — явление единичное. Вероятность встречи двух особей с одинаковыми изменениями чрезвычайно мала. Поэтому, например, если один из родителей имеет признак «П», то у его детей количественное выражение признака будет  $\frac{1}{2}$ , у внуков  $\frac{1}{4}$  и т. д. В

результате новый признак исчезнет и не сможет быть использован отбором.

Дженкин, зная математику, не знал генетики, но в те времена его доводы казались убедительными. Правда, и тогда было известно, что многие признаки передаются из поколения в поколение «без разбавления».

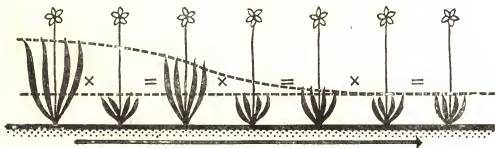
«Заблачивающее» действие скрещивания. Согласно Дженкину, признак, четко выраженный у одного из предков (например, длинные листья), через ряд поколений сойдет на нет и потому не может стать материалом для отбора.

К. А. Тимирязев, например, приводил весьма наглядный пример: знаменитый «нос Бурбонов», сохранившийся у герцога Немурского, несмотря на то, что в его жилах те-

чет всего 1 нрови Генриха V». Есть и 128

еще более поразительные примеры. Четырнадцатый по счету герцог Шрюсбери имел сросшиеся первые и вторые фаланги на пальцах рук. Это наследственный признак, передававшийся в семье герцога из поколения в поколение. Вскрытые гробницы основоположника рода герцогов Шрюсбери — Джона Тальбота, воевавшего против Жанны д'Арк, показало, что признак за пятьсот лет не изменился!

Несомненно, анализ родословных царствующих домов, анализ родословных породистых лошадей и собак да и прямые генетические эксперименты над организмами с коротким жизненным циклом не оставили бы камня на камне от доводов Дженкина. Более того, мы теперь знаем, что работа Дженкина была опровергнута за два года до ее опубликования (но об этом позже). Беда в том, что дилетантские выкладки Дженкина в глазах ученых того времени стоили больше, чем результаты экспериментов. Наследственность представлялась им как бы жидкостью, бесконечно делимой,



нашим аналогом крови. Следы этого предположения сохранились и в нашем языке, мы говорим: чистокровный, полукровка. От этого заблуждения не был свободен даже Дарвин, предложивший первую, во многом еще несовершенную гипотезу пангенезиса, исходившую из существования керпускулярных наследственных зачатков.

Керни этого заблуждения мы опять находим в античной философии. Если Демокрит более двух тысяч лет назад утверждал, что делимость материи без качественного изменения ее свойств не бесконечна, то его младший современник Аристотель полагал обратное. Согласно Аристотелю, процесс дробимости материи в принципе бесконечен. Точка зрения Аристотеля была господствующей не только в средние века. Создание Ньютоном и Лейбницем анализа бесконечно малых величин также повлияло на мировоззрение ученых. В результате существование атомов и молекул до конца XIX века многим казалось спорным. Тем более сомнительными были гипотетические «атомы наследственности», хотя об их существовании подозревали многие. Дарвин изыскал их «геммулами», Негели — «мицеллами», Спенсер — «физиологическими единицами», Вейсман — «идами» и «детерминантами». Уже тогда было ясно, что гипотеза о передаче наследственных свойств в виде мельчайших неделимых единиц весьма плодотворна. Но, по-видимому, недостаточно, чтобы истина лежала на поверхности. Нужно, чтобы ее еще и хотели увидеть.

Мы можем заключить, что первым затруднением дарвинизма, которое немедленно использовали его противники, было отсутствие знаний о природе наследственности.

Чтобы стеснить возражение Дженкина, Дарвин стал придавать большее значение так называемой определенной изменчивости, при которой все или большинство организмов в популяции реагируют на изменение внешних условий одинаково. В таком случае вероятность встречи одинаково изменившихся особей разного пола возрастает, признан но должен «разбавляться» и может быть поддержан естественным отбором. К сожалению, в этой концепции таилась опасность скатиться на старый, проторенный за две тысячи лет путь телеологизма. Дарвин не сделал этого шага, но его не замедлили сделать другие.



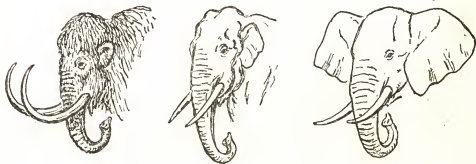
Фамильное сходство, передающееся из поколения в поколение, опровергает доводы Дженкина.

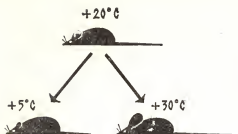
Дело в том, что групповая, она же определенная, адекватная (соответственная) изменчивость часто (хотя и далеко не всегда, как это порой утверждают) бывает приспособительной. Так, при засухе растения сбрасывают листья, отчего резко снижается расход воды на испарение. Животные на холоде отращивают густой мех, многие рыбы и земноводные изменяют цвет соответственно с фоном места их обитания. Отсюда уже легко сделать вывод о наследовании этих благоприобретенных свойств. Отбор как фантор эволюции перестает быть нужным. Мы опять приходим к ламаркизму.

Во второй половине XIX века представления о прямой приспособляемости стали широко распространенными. Наследуемость приобретенных признаков стала казаться очевидной. Увы, это была дурная очевидность. Так же людям в древности Земля казалась плоской и неподвижной, а Солнце — вращающимся вокруг нее.

Сторонники возрождения телеологии старались не замечать те факты, объяснить которые ламаркизм был бессилен. А таких фактов было много. Ламаркизм абсолютно беспомощен в объяснении адаптаций (приспособлений) организмов друг к другу, к

Головы мамонта (1) (по рисункам первобытного человека), индийского (2) и африканского (3) слонов. Размер ушных раковин — хороший пример правила Ваи-Аллена: у животных холодного и умеренного климата ушные раковины, выполняющие наряду с прочими и терморегуляторную функцию, меньше, чем у животных жарного климата.





Опыт, как будто бы объясняющий правило Ван-Аллена с ламарнистской точкой зрения. Если часть потомства одной мыши или крысы воспитывать при пониженной температуре, а другую часть — при повышенной, то грызуны низкотемпературной линии будут иметь укороченные хвосты и маленькие ушные раковины. Наоборот, животные высокотемпературной линии отличаются длинными хвостами и большими ушами, через которые отводится из организма избыток тепла. Казалось бы, это прямая иллюстрация того, как прямое воздействие внешней среды изменяет наследственность.

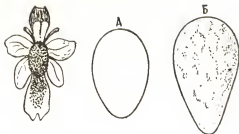
Увы, потомство коротконожных и длиннохвостых мышей имеет нормальные хвосты и уши. Этот опыт свидетельствует лишь о том, что по наследству передается не признак, а лишь способность к большему или меньшему развитию признака (так изыскала норма реакции). Чем шире норма реакции, тем разнообразнее условия, к которым могут приспособиться животные или растения. Вид с узкой нормой реакции подобен нону, поставленному на вершину. В конечном счете бесчисленное множество вымерших видов эта печальная судьба постигла, потому что норма их реакции отставала от изменений внешней среды.

объяснению биотических взаимоотношений. Кажется странным, почему именно появление дарвинизма дало толчок к возрождению забытой концепции Ламарка. Дело в том, что неопределенная изменчивость, по Дарвину, ненаправленная и лишь случайно может оказаться приспособительной. Что же получается, что эволюция происходит за счет случайностей? Это могли принять далеко не все.

Мы опять возвращаемся к «проклятым вечным вопросам», к истокам философской мысли, на сей раз к проблеме случайного и необходимого.

Первые философы-материалисты отрицали существование случайности как объективной категории. Согласно Демокриту, все явления в природе объединены причинными связями. Случайности нет: железная необходимость, с которой все свершается, управляет всем миром. Это судьба (ананке, рок, фатум), перед которой бессильны люди и боги.

Древнегреческий философ Эпикур дополнил учение Демокрита признанием случайности. Случайное отклонение атомов, согласно Эпикуру, уничтожает слепую необходимость. Однако детерминизм Демокрита возродился в XVIII веке в трудах французских материалистов. Как остроумно заметил Энгельс, французский материализм пытался покончить со случайностью тем, что он вообще отрицал ее. Такой механический детерминизм «на словах отрицает случайность в общем, чтобы на деле признавать ее в



Цветок орхидеи из рода *Офрис* настолько похож на шмеля или пчелу, что самцы этих перепончатокрылых пытаются с ним спариться. И в результате опыляют. Прямое приспособление и среда этот фант (как и вообще все приспособления цветов к опылению насекомыми, птицами) объяснить невозможно.

Курное яйцо (А) сносится по наклонной плоскости. Кубаревидное яйцо найры (Б) не катится, а лишь вращается вокруг своего центра тяжести. Это — несомненное приспособление к маленькому, примитивному гнезду, которое найра строит на крошечном, нередко понатом выступе скалы. С точки зрения ламарнизма этот фант необъясним. Теория естественного отбора объясняет его просто: все яйца найры, которые отличались от кубаревидных, сносились со скалы и не дали начало новому потомству.

каждом отдельном случае». Энгельс чрезвычайно высоко ценил Дарвина именно за то, что тот исходил «из самой широкой, покоящейся на случайности, фактической основы», из бесконечных случайных различий индивидов. В природе господствуют одновременно и случайность и необходимость. Порядок и закономерность формируются из массы случайного.

Абсолютизация необходимости, отрицание роли случайных процессов перешли из XVIII в XIX век. Живы эти заблуждения и в наше время и, так же как и раньше, являются основой ряда ложных концепций эволюции. Далеко не всегда сторонников подобных взглядов можно зачислить в идеалисты. Часто это прямолинейные последователи Демокрита, который, согласно легенде, говорил, что для него раскрытие новой закономерности, новой причинной связи ценнее персидского царства.

Так, наш крупнейший ихтиолог Лев Семенович Берг выпустил в 1922 году книгу «Номогенез», в которой попытался исключить из теории эволюции дарвиновский принцип отбора случайных изменений. К сожалению, взамен ничего равноценного им не было предложено. С другой стороны, классик советской генетики С. С. Четвериков, о котором мы еще будем говорить, в те же годы писал: «И ничего нет принципиально недопустимого в том, что в основу закономерного процесса эволюции мы ставим случайное появление геновариаций (мутаций.— Б. М.), ибо теория вероятности учит нас тому, что случай подчиняется таким же законам, как и все на свете. И строить закономерный процесс эволюции на случайной игре отдельных возникающих геновариаций не менее закономерно и логично, чем

строить закономерную теорию упругости газов на игре случайных ударов молекул газа о стенки сосуда».

Но вернемся в XIX век, когда лишь немногие ученые после Дарвина высказывались против прямого приспособления организмов; среди них можно назвать Ф. Гальтона (основателя биометрии), А. Уоллеса, в свое время разделившего с Дарвином славу открытия естественного отбора, и в первую очередь Августа Вейсмана, основателя неodarвинизма. К сожалению, не они в то время делали λόγο. Как грибы после дождя, в изобилии появились телеологические теории—психомарксизм Копа (наследственность считается особым видом памяти), а также многие разновидности механистического марксизма, основателем которого считается известный английский философ Г. Спенсер. Именно Спенсеру принадлежит беспрецедентное суждение: «Либо была наследуемость приобретенных свойств, либо вовсе не было эволюции (развития)». Правда, доводы модного философа даже тогда казались слабыми. Так, в разряд наследуемых приобретенных (тогда еще не говорили, благоприобретенных) признаков он отнес наследственный сифилис, воскресил старое учение о телегонии, несостоятельность которого показал еще Дарвин. Вот пример, показывающий «убедительность» рассуждений Спенсера: «Дети белой женщины от белого отца весьма часто обнаруживали признаки черной крови в тех случаях, когда женщина имела вранье связь с негром». Доводы, подкрепляющие это утверждение, сногсшибательны: профессор Кон написал друзьям на юге, но еще не прислав результатов, профессор Марш сам не знает подобных случаев, но слышал многие утверждения, делающие факт вероятным, а многие профессора медицины сами не встречали подобных фактов, но допускают их!

Мы подробно остановились на Спенсере, потому что и в наше время можно услышать антидарвинистские взгляды, высказываемые точно в такой же форме и столь же солидно аргументируемые.

Итак, возрождение телеологических взглядов на эволюцию объясняется, помимо незнания природы наследственности, незнанием природы изменчивости. Еще меньше в XIX веке повезло третьему фактору дарвиновской теории эволюции—борьбе за существование и естественному отбору. Само понятие борьбы за существование многими понималось совершенно не в дарвиновском смысле. Английское слово «the struggle» можно переводить по-разному; это не только борьба, но и напряжение или усилие. Впрочем, русское слово «борьба» также может иметь разные оттенки. Говорим же мы о борьбе за повышение качества продукции или же об острой спортивной борьбе на чемпионате по художественной гимнастике. И тем не менее очень многие видят в дарвиновской борьбе за существование только кровавую схватку, полагая, что борьба существует только между зайцами и волками, но не между зайцами, так как заяц зайца не ест. На самом деле борь-

бу за существование можно уподобить чаще всего не прямой схватке, а состязанию, где строгое жюри (условия внешней среды) выставляет баллы соревнующимся. Правда, низкий балл здесь означает не потерю призового места, а меньшую вероятность выжить и оставить потомство.

Дело дошло до того, что многие стали противопоставлять понятия «борьба» и «взаимопомощь», указывая на то, что Дарвин чрезмерно сузил сферу внутри- и межвидовых отношений. Однако возможны (и наблюдаются) случаи, когда в борьбе за существование как раз побеждали те популяции и виды, у которых лучше развита взаимопомощь (соревнование в альтруизме). Кстати, в борьбе за существование междоусобица взаимопомощь играет порой огромную роль (птицы, предупреждающие об опасности крупных копытных, и т. д.).

Быть может, когда речь идет о внутривидовых отношениях, лучше всего переводить слово «struggle» — «соревнование». Вряд ли, однако, это возможно, так как термин укоренился слишком сильно. Нужно только помнить о метафоричности и о широком смысле понятия «борьба» и не понимать его буквально. В конце концов наш язык изобилует подобными выражениями.

В тесной связи с понятием борьбы за существование находится естественный отбор. В той или иной мере существование в природе отбора признавали многие, однако высказывались сомнения в его эволюционном значении. Спенсер, например, недоумевал, каким образом ничтожно малые изменения длины хвоста или размеров глаза могут повлиять на жизнеспособность организма. Положение ухудшалось и тем, что объективных данных о наличии в природе селективных процессов не было.

В конечном счете все это привело к возрождению во второй половине XIX века телеологизма в самых разных формах. И хотя у дарвинизма были весьма авторитетные защитники — Гексли и Уоллес в Англии, Вейсман в Германии, Тимирязев в России, — не будет ошибкой сказать, что дарвиновское эволюционное учение, чтобы удержать свои позиции, нуждалось в весьма серьезном углублении и развитии.

XX век с самых первых лет заявил о себе открытиями фундаментального значения. Уже в 1900 году Макс Планк доказал существование дискретных единиц энергии — квантов. Пятью годами позже Эйнштейн и Смолуховский неопровержимо доказали существование атомов. В том же удивительном 1900 году Де Фриз, Корренс и Чермак совершенно независимо друг от друга, в трех разных странах и на разных объектах пришли к выводу, что наследственность «квантуется», то есть имеются ее материальные дискретные носители. Более того, стало известно, что существование этих единиц наследственности, названных впоследствии генами, было строго доказано в 1865 году Грегором Менделем — за два года до появления работы Дженкина! Изучение наследственности пошло семимильными шагами, и это не могло не сказаться на судьбах теории эволюции.

# ДОСТУПНО О ГЛАВНОМ

В самом начале года на прилавках книжных магазинов появился очередной ежегодник «Наука и человечество, 1973». Как и все предыдущие ежегодники, он насыщен интересными статьями — их более двадцати — советских и зарубежных ученых, и читатель «из первых рук» получает информацию об актуальных проблемах науки.

Сборник открывает статья академика П. Н. Федосеева «Социализм и интернационализм», которая посвящена одному из исторических достижений социализма — решению национального вопроса.

Статьи первого раздела сборника — «Человек» — рассказывают о древнеармянском зодчестве; о том, как исчезают с лица Земли кофаны — могущественный и воинственный некогда народ верховьев Амазонки; об успехах некоторых областей медицины — офтальмологии и кардиологии. Этой последней области, которая не без оснований волнует многие миллионы людей (в типичном большом городе из 1000 мужчин старше 40 лет ежегодно у трех возникает инфаркт миокарда), посвящена статья академика АМН СССР Е. И. Чазова. В статье приводятся интересные статистические данные, рассказывается об успехах в организации медицинской помощи при заболеваниях сердечно-сосудистой системы (вот данные, полученные в одной из поликлиник, их можно считать типичными: из 886 наблюдаемых больных, перенесших инфаркт миокарда, 200 живут уже более 10 лет, 445 — более 5 лет; примерно за 10 лет процент летальных исходов после выписки из больницы снизился в 3,5 раза); рассказывается о новых методах лечения, о реабилитации (уже в большой группе городов восстанавливается сердечной деятельности при

внезапной смерти удается в 25—40 случаях из 100); о применяемой аппаратуре и лекарственных препаратах, о психологии больного — этом важнейшем факторе, определяющем перспективы выздоровления. Автор четко называет проблемы современной кардиологии, решение которых должно привести к дальнейшему прогрессу в борьбе за здоровье и жизнь человека.

Много интересного найдет читатель в разделе «Земля». Министр геологии СССР, академик А. В. Сидоренко рассказывает об использовании космической техники для изучения Земли, для геологической разведки, иллюстрируя свой рассказ оригинальными фотографиями и картами. Статья норвежского академика И. Розенквиста посвящена коварным плавучим глинам, оползням и методам борьбы с ними. Рассказывается об эксперименте на озере Асрум, где, используя огромные электроды, из стальных труб удалось с помощью электроосмоса резко, местами в 10 раз, увеличить прочность одного из самых чувствительных в мире плавучих. Очень интересна статья лауреата Ленинской премии, академика Д. В. Наливкина «Ветры и люди». Это рассказ об удивительных тайфунах и смерчах, о разрушительных ветровых потоках, скорость которых достигает 4 тысяч (!) километров в час, о сильнейшем земдфе на острове Рюньон, когда за день выпало 185 сантиметров осадков; о бурях, которые переносят с собой десятки миллионов тонн пыли, целые горные хребты. И, конечно же, невозможно пройти мимо статьи академика К. К. Марксва «География в пространстве и времени», рассказывающей о прошлом нашей планеты.

Разнообразны темы раздела «Микромир». Здесь и исследование молодого французского ученого Клода Коген-Таннуджи, посвященное виртуальным (ообразяемым) процессам в мире атома, которые, однако, обнаруживают себя совершенно реальными сф-

фактами. Здесь и эксперименты в области физики предельно высоких энергий, и ускорители на встречных пучках, и физические основы теории прочности, и, наконец, успехи и перспективы могучего союза биохимии и медицины.

А вот темы раздела «Вселенная»: исследования Венеры космическими аппаратами; гигантский щит, оберегающий жизнь на Земле, — ее магнитосфера; загадочные пока космические объекты — гигантские эллиптические галактики, ядра которых, возможно, представляют собой «черные дыры» с огромной массой.

Пять статей раздела «Технический прогресс» приводят читателя на разные участки огромного фронта современной техники. Член-корреспондент АН СССР Н. Н. Моксеев и польский математик Владислав Турски рассказывают о некоторых проблемах кибернетики — о математическом обеспечении вычислительных машин и об использовании имитационных моделей в различных областях науки и техники — от проектирования сверхзвуковых самолетов до изучения исторических процессов, исследования решений экономического, политического, правового, военного характера. Американский профессор Норберт Крайнд посвящает свой рассказ удивительному миру стекла. Президент Академии наук Узбекской ССР А. Седыхов в статье «Химия и хлопок» пишет о том, как химия помогает хлопководству, и о химических продуктах, получаемых из хлопка. Лауреат Ленинской премии, член-корреспондент АН СССР Ю. Н. Денисюк популярно излагает физические основы голографии.

Завершается сборник новым для него разделом «Летопись науки».

Верный своему девизу «Доступно и точно о главном в мировой науке», очередной сборник «Наука и человечество», несомненно, будет с интересом встречен читателями.

Р. АФАНАСИН.



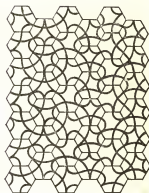
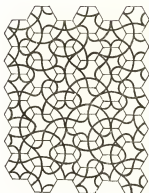
На листе плотного белого картона начертите 36 правильных шестиугольников. На каждый шестиугольник нанесите тушью один и тот же узор, например, изображенный на рисунке 1. Затем все шестиугольники аккуратно вырежьте. Соответственно нужно заготовить по 36 шестиугольников с рисунком 2 и 3.

Из получившегося набора можно составлять разнообразные узоры, приставляя отдельные шестиугольники друг к другу. Если применить какую-либо систему чередования шестиугольников и их поворотов, то на общем рисунке, составленном из 36 шестиугольников (6 по вертикали и 6 по горизонтали), возможно получить не один десяток оригинальных узоров «каракули».

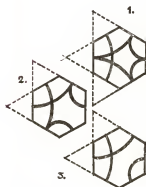
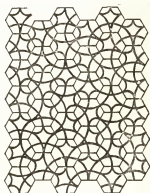
Составление узоров представляет собой довольно занимательную задачу. Интересные орнаменты можно фотографировать на память.

Удачные узоры вполне возможно использовать для декоративных целей, составления орнаментов, узоров для вышивания, разрезки тканей и других.

Пунктирными линиями на рисунках 1, 2 и 3 показаны радиусы, которыми



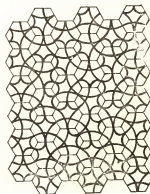
На фото представлены образцы узоров «каракули», составленные из двух типов шестиугольников (вверху). Орнамент «каракули» из одного типа шестиугольников (внизу).

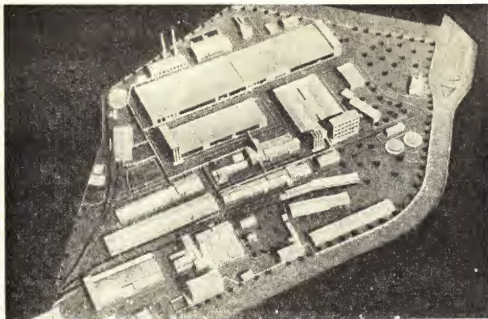


начерчены большие дуги внутри шестиугольников. Малые дуги выполнены радиусами в половину стороны шестиугольников.

Развивая идею дальше, можно попробовать начертить на шестиугольниках другие фигуры и даже изменить форму многоугольников, например, взять треугольники, квадраты, ромбы и т. д.

В. РАКИТИН  
(Алма-Ата)





# НЕПРИВЫЧНОЕ В

Недавно в продаже появился новый вид обоев — самоклеящиеся. Они изготовлены не из бумаги, а из полимерной пленки. Эти обои очень точно имитируют различные породы дерева, кафель, ткани.

Как известно, полимерные пленки уже давно и прочно вошли в быт человека: из них делают обувь, плащи, скатерти, занавески, портьеры и многое другое. Синтетические обои — новая профессия полимеров. И профессия эта, учитывая размах жилищного строительства, весьма важна.

Новинка в короткий срок снискала широкую популярность, и синтетические обои буквально с первого дня появления в магазинах превратились в товар дефицитный.

Привлекает в них то, что с минимальными затратами — около полутора рублей с квадратного метра — можно легко и быстро обновить квартиру. Причем панель из пленки, имитирующей дерево, внешне не будет отличаться от панели из натурального дерева, обои «под парчу» создадут полный эффект отделки натуральной парчой и так далее. С помощью обоев, имитирующих, например, красное дерево, можно быстро превратить старую мебель из простой древесины в мебель «из красного дерева».

Предупреждая возможные письма в редакцию, надо заметить, что предприятие, выпускающее синтетические обои, пока еще не в состоянии полностью удовлетворить спроса на свою продукцию.

## СИНТЕТИЧЕСКИЕ ОБОИ

Рассказывает главный инженер комбината  
«Стройпластмасс»

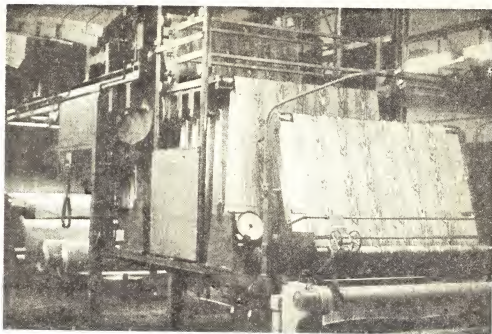
Александр Сергеевич БЫКОВ.

Обои, о которых идет речь, — это так называемая декоративная самоклеящаяся пленка из поливинилхлорида. Выпускает ее один из заводов комбината «Стройпластмасс» в подмосковном городе Мытищи.

Синтетические самоклеящиеся обои появились несколько лет назад и сразу же привлекли к себе внимание строителей.

Строительная практика показывает, что использование синтетических обоев при отделке зданий значительно сокращает сроки их ввода в эксплуатацию. Экономисты подсчитали, что более высокая стоимость синтетических обоев по сравнению с традиционными с лихвой окупается экономией затрат рабочего времени отделочников и

● **РАССКАЗЫ О ПОВСЕДНЕВНОМ**  
**Новые стройматериалы**



# ПРИВЫЧНОМ

Репортаж специального  
корреспондента журнала  
Н. ЗЫКОВА.

длительным сроком службы пленки, которая не боится никаких загрязнений — ее легко вымыть даже в том случае, если на нее попал чернила.

Для нашей страны синтетические самоклеящиеся обои — продукция новая. Пока они выпускаются только одним заводом, мощность которого 9,5 миллиона квадратных метров пленки в год. Цифра хотя сама по себе и большая, но для нашей страны, ведущей гигантское жилищное строительство, сравнительно невелика. Спрос на новые обои сейчас много выше предложения, но такое положение в скором времени изменится: производство синтетических обоев будет расширяться.

За рубежом спрос на синтетические обои тоже высок. Специалисты англо-голландского концерна «Юнилевер» — крупного производителя декоративной самоклеящейся пленки в Европе — отмечают, что спрос на новый вид обоев возрастает из года в год и обои эти во многих странах существенно потеснили традиционные — из бумаги.

Правда, бумажные обои, вернее, их производители не спешат сдавать свои по-

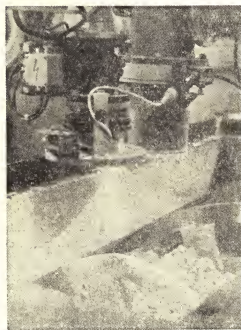
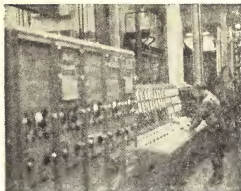
зиции: в продаже появляется все больше бумажных обоев, имитирующих, подобно синтетическим, дерево и ткани. Есть даже бумажные обои, которые можно мыть, как и пленочные. Однако удастся ли бумажным обоям удержать позиции в соревновании — покажет время.

## ОБОИ НАЧИНАЮТСЯ С КОМПОЗИЦИИ

Синтетические обои — это первоначально поливинилхлоридная пленка. И, как каждая полимерная пленка, она берет свое начало в лаборатории: здесь разрабатывается ее рецептура, или, как принято называть, композиция.



На фото сверху: слева — ордена Октябрьской Революции комбинат «Стройпластмасс»; справа — печатаются обои «под дерево»; внизу — профилактический осмотр оборудования для изготовления поливинилхлоридной пленки.



На фото: (сверху вниз) пульт управления каландром; автоматические дозаторы исходных материалов; проверка каландра перед началом работы.

В составе композиции, кроме синтетических смол, есть специальные вещества — пластификаторы, стабилизаторы, наполнители, красители. Пластификаторы влияют на морозостойкость пленки и сопротивляемость ее деформации, стабилизаторы помогают пленке сохранить заданные ей свойства, наполнители увеличивают прочность полимера, в ряде случаев создают определенную пористость и уменьшают усадку. В зависимости от назначения пленки выбирается тот или иной вид пластификатора, стабилизатора и прочих ингредиентов.

В данном случае, когда речь идет о синтетических обоях, пленка должна быть тонкой, эластичной, не изменять своих свойств и цвета под действием солнечных лучей, не иметь запаха. Соответственно этим требованиям и готовится композиция.

Надо заметить, что особое значение при изготовлении синтетических обоев приобретает подбор красителей, так как имитация камня, дерева или ткани должна быть очень точной.

Занимаются этим специалисты-колористы. И точно так, как парфюмер по вдохновению составляет композицию духов, а титстер — чайную композицию, колорист «колдует» над красками.

## ОТ КОМПОЗИЦИИ К ПЛЕНКЕ

Рассказывает инженер комбината  
Анатолий Сергеевич КОШЕЛЕВ.

Когда составлена композиция пленки, а экспериментальная лаборатория, проверив ее, дала «добро», начинается рождение пленки — полуфабриката обоев.

Автоматические дозаторы по заданной программе загружают сырье в смешивательные аппараты. Из них смесь ингредиентов подается в накопительные бункера. Эта смесь представляет собой глинообразную массу и пока ничем не напоминает пленку.

Из бункера-накопителя смесь самотеком поступает в так называемый экструдер. В нем она нагревается, становится пластичной и выдавливается шнеком через небольшое отверстие на первую вальцовку.

Сервально гладкие валы диаметром около метра с большой скоростью прокатывают массу и делают из нее толстую ленту, которую принимают валы каландровой машины.

Каландр для проката пленки — это гигантская автоматическая машина высотой чуть ли не с трехэтажный дом. Со скоростью пятьдесят погонных метров в минуту пластмассовый ремешок прокатывается валами каландра в пленку.

Каждый из валов каландра нагревается изнутри до температуры около 180°, необходимой для проката термоста. Система гидравлических рычагов позволяет с максимальной точностью изменять кривизну поверхности валов — это необходимо для

того, чтобы корректировать толщину проката.

Следить за работой высокоскоростного каландра человек не в состоянии — это под силу лишь автоматическим системам контроля и управления. И рядом с каландром выстроились шкафы, в которых смонтирована такая система. Оператор на центральном пульте, нажимая соответствующие клавиши, задает машине режим, указывает толщину пленки, какая требуется от каландра. Электронные и изотопные приборы предельно точно контролируют работу машины и в случае нарушения режима моментально вносят соответствующие коррективы. Если же возникает отказ, грозящий нарушить технологический цикл, приборы подают звуковой сигнал тревоги, а на световом табло центрального пульта указывается характер возникшей неисправности. Но приборы не ограничиваются только оповещением: если в определенный срок неисправность не устраняется, они останавливают каландр.

### ПЛЕНКА ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ОБОИ

Чтобы пленка превратилась в обои, нужно нанести на нее цветной рисунок, а на тыльную сторону — клей и подкладку.

Рулон пленки подается на печатную машину; она практически не отличается от полиграфических машин для цветной печати: только валки, передающие рисунок, имеют особое устройство и краска не типографская, а специальная — она хорошо ложится на полимерную пленку и очень прочно на ней держится.

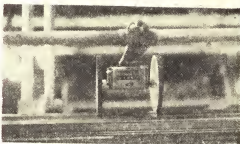
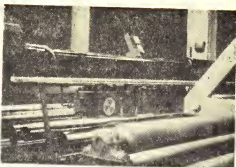
Чтобы обои точно имитировали фактуру дерева или ткани, на пленке делается соответствующее тиснение.

Из печатного цеха пленка поступает в цех, где на нее наносится клей.

Этот клей обладает весьма высокой клеящей способностью: он мгновенно пристает к чистой, гладкой поверхности, и сдвиг его сцепления с поверхностью настолько велик, что порой отклеить приставшие обои бывает просто невозможно.

Чтобы обои не склеивались в рулоне, на слой клея накладывается подкладка из бумаги. Бумага эта не простая: она обработана специальным составом и легко отслаивается от клея — клей к ней не пристает.

Пленку, клей и бумажную подкладку в одно целое соединяет машина: пленка захватывается вальцами, один из которых наносит клей, а другой сразу же к нанесен-



На фото: (сверху вниз) изотопные контролеры работы каландра; счетчики количества изготовленной пленки; первые метры пленки — машинист В. Косорунов проверяет, как машина выполняет заданный режим; готовая пленка с рисунком движется в машину для нанесения клея, нижние валки подают бумажную подложку; в похожей из следующей операции пленка поддается заключительной операции: пленка поддается с тыльной стороны клеем и соединяется с подложкой. Под машинной — рулоны готовых обоев.

ному клею прижимает подкладку. Обои готовы. Теперь остается лишь нарезать их на куски.

Продаются синтетические обои в кусках длиной 15 метров и шириной около 45 сантиметра.

### КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ СИНТЕТИЧЕСКИМИ ОБОЯМИ

**О**клеивать синтетическими обоями можно практически все, кроме посуды, электронагревательных приборов и газовых плит.

Главное условие: поверхность, на которую наклеиваются эти обои, должна быть чистой и гладкой. Чем чище и глянцеветей поверхность, тем лучше проявляются их клеящие качества.

Обратите внимание на цветную подкладку. Там даны примеры использования синтетических обоев.

Преимущества новых обоев по сравнению с традиционными очевидны.

Например, вы хотите переделать ванную. Замена кафеля связана с длительным ремонтом, сама процедура нанесения на стены раствора и укладки кафеля — дело хлопотливое и грязное. Несколько кусков обоев «под кафель», час работы — и ванная преобразилась. Хотите ванную из дерева — оклейте ее обоями, имитирующими дерево.

Этими обоями можно оклеить, если хотите, ванную или раковину и внутри: пленка не портится от воды и моющих средств, она не боится кислот и щелочей, на ней не остаются следы пролитых чернил, а любое загрязнение легко удаляется мокрой тряпкой или губкой.

Даже проблему обновления старой мебели помогают решить обои: достаточно

лишь подобрать соответствующую имитацию и оклеить старую мебель.

С помощью синтетических обоев легко обновить старый чемодан, корпус пылесоса и тому подобное. В Москве бегает несколько легковых автомобилей, некоторые части кузова которых владельцы сделали «деревянными» — оклеили снаружи обоями «под дерево».

— У моей машины на дверцах были царапины, — рассказывает один из владельцев, — как ни подбирали краску, все равно было заметно. Решил оклеить синтетическими обоями. Получилось оригинально, красиво и, главное, практично; я теперь не боюсь царапин: поцарапался, отделил кусок обоев, приклеил новый. Быстро и ничего не заметно. И еще. Если к собственной краске автомобиля пристают асфальтовые капли и удалить их сложно, то к синтетической пленке они не липнут. Да и любая грязь с нее снимается проще, чем с автомобильной краски.

Этот оклеенный обоями автомобиль эксплуатируется уже год, и ездит на нем в любую погоду.

Прежде чем оклеивать синтетическими обоями предметы сложной конфигурации, желательно приготовить выкройки, эти выкройки перенести на подкладку обоев, по ним вырезать нужные куски, а затем уже клеить.

В заключение хотелось бы пожелать, чтобы комбинат увеличивал не только количество выпускаемых метров, но и ассортимент синтетических обоев. Кроме того, на обоях желательно иметь не просто бумажную подкладку, а подкладку с сантиметровыми делениями, чтобы легче было измерять, кроить и вырезать детали для оклейки.

#### НАУКА И ЖИЗНЬ

### БЮРО СПРАВОК

## ЕЩЕ О Б ОБ О Я Х

Кроме обычных бумажных обоев и синтетических, о которых рассказано выше, существует весьма широкий ассортимент так называемых влагостойких обоев. Эти обои, хотя и сделаны из бумаги, можно протирать влажной тряпкой и даже мыть.

По внешнему виду они могут быть гладкими, матовыми, глянцевыми и рельефными.

Влагостойкие обои обычно изготавливаются так: на бумагу наносится влагостойкий грунт, а по нему уже

ведется печать влагостойкими красками. Тиснение делается одновременно с нанесением краски при печати. Есть бумажные обои, верхний слой которых покрыт тончайшей полимерной пленкой.

Оклеивают помещения влагостойкими обоями так же, как и обычными бумажными, но мыть и протирать влажной тряпкой их можно только через несколько дней после оклейки, когда они полностью просохнут.

На цветных фотографиях

справа — варианты применения в быту синтетических самоклеящихся обоев из поливинилхлорида.

1. Чтобы удобнее было оклеивать стены синтетическими обоями, сделайте «кормице» для рулона, как на фото.

2. Кухня оклеена обоями «под дерево».

3. Чемоданы декорированы синтетическими обоями.

4. Кафель в ванной комнате — это декоративная пленка.

5. В детской комнате не только стены, а практически все — даже игрушки — отделано пленкой. Но это уже слишком. Оклеивать детские комнаты пленкой мы не рекомендуем.







# СЭВ: сельско

Одно из направлений научно-технического сотрудничества стран-членов Совета Экономической Взаимопомощи — создание высокопроизводительной сельскохозяйственной техники. Особенно широко развернулись работы по механизации выращивания и уборки трудоемких культур: сахарной свеклы, огурцов, томатов, винограда, яблок...

Многие из созданных машин были представлены на международной выставке «Сельхозтехника-72», проведенной при содействии Торгово-промышленной палаты СССР и состоявшейся в Москве осенью 1972 года.

Корнеуборочная машина (фото сверху), созданная специалистами СССР, ГДР и НРБ, предназначена для уборки сахарной свеклы.

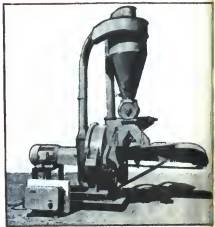
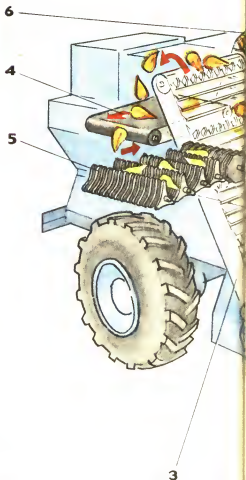
С помощью этой машины, лучшей в мире, можно без потерь, а главное, в более поздние сроки, когда в свекле самое большое содержание сахара, собрать весь урожай.

На схеме показан принцип действия машины. Дисковые ножи (1) выжимают из почвы корнеплоды, которые попадают на ленточный очиститель (2) и далее по продольному элеватору (3) — на ленточный транспортер (4). Отсюда корнеплоды и комки почвы падают на комодробитель (5) и через выгрузной элеватор (6) поступают в кузов идущего рядом автомобиля.

Внизу (слева) — напастуборочный комбайн, созданный в рамках «Агромаша» — общества, в которое входят Советский Союз, Венгрия и Болгария. Эта машина намерена и выпущена с 1974 года.

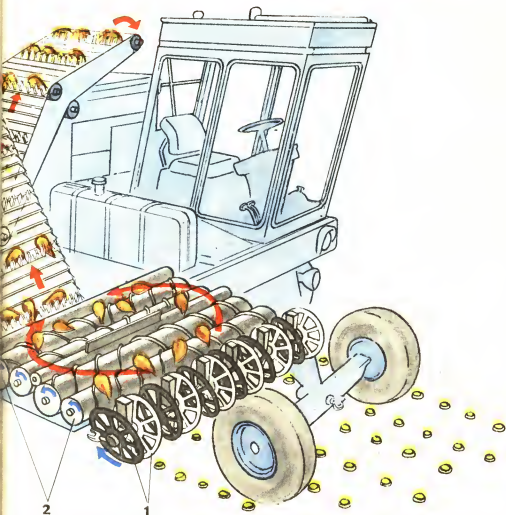
В середине — дробилка для кормов, разработанная в СССР и изготавливаемая в Болгарии.

Справа — томатуборочная машина, разработанная специалистами Советского Союза, Венгрии и Болгарии.



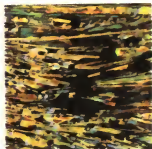
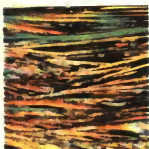
**хозяйственное**

**машиностроение**





Просто солнечный зайчик.



Микроклимат под микроскопом.



Подводный мост.

# Б И Н Т И

ЮРО И Н ФОРМАЦИИ  
НОСТРАННОЙ ЕХНИЧЕСКОЙ

## ПРОСТО СОЛНЕЧНЫЙ ЗАЙЧИК

В лаборатории Солнца (Французские Пиренеи) действует гигантская солнечная печь. Рефлектор ее состоит из 8570 зеркал, укрепленных на вогнутой стене главного корпуса (фото на цветной вкладке, слева вверх). Лучи Солнца попадают на него от 67 больших плоских зеркал, стоящих на склоне горы напротив лаборатории. Зеркала эти медленно поворачиваются, следуя за движением светила. Фокус рефлектора находится в здании лаборатории. Там солнечные лучи сходятся в кружок диаметром около тридцати сантиметров. Температура этого «зайчика» более 3300 градусов Цельсия. Стальной лист толщиной в сантиметр прожигается им за одну минуту (снимок справа).

## МИКРОКЛИМАТ ПОД МИКРОСКОПОМ

На предприятии «Карл Цейс» (ГДР) начат серийный выпуск нагревательно-охлаждающих столиков для микроскопа. Основу прибора составляет батарея из десяти полупроводниковых элементов. Когда через них пропускают ток, они нагреваются или охлаждаются, в зависимости от направления тока. Регулируя силу тока и его направление, можно получить температуры от минус 20 до плюс 80 градусов. Заданная температура поддерживается автоматически. Чтобы при охлаждении изучаемого предмета объектив микроскопа не запотевал, на него надевают пластмассовую муфту, она не допускает к объективу теплый воздух комнаты. Полупроводниковый термосток пригодится биологам, химикам, физи-

кам. На снимках (цветная вкладка) показаны последовательные стадии плавления кристаллов углеводорода додекана. Снимки сделаны в поляризованном свете, с увеличением в 63 раза. Теперь исследователь может точно определить температуру плавления микродоз анализируемого вещества.

## ПОДВОДНЫЙ МОСТ

Недавно в зарубежной печати опубликованы новые данные о методах строительства плавающего подводного туннеля между Сицилией и Италией.

Конструкция будет представлять собой три трубы, соединенные в один пучок (на цветной вкладке — фотография модели туннеля). По боковым трубам пройдут автодорожки, а в средней — двухколейная железная дорога. По мнению авторов проекта, железная дорога в будущем может потерять свое значение, и тогда среднюю трубу можно будет переоборудовать под еще одну автодорогу.

Изготовление труб и строительство туннеля возможны уже при современном уровне техники. Бетонные якоря, удерживающие мост под водой, будут зацементированы прямо на дне моря, при этом можно использовать технику, применяемую сейчас для подводной добычи нефти и газа. Все работы на дне Мессинского пролива будут вестись без участия водолазов, с помощью дистанционного управляемых манипуляторов, под контролем телевизионных установок. По мысли авторов проекта, стенки труб должны быть трехслойными: внутри и снаружи — листовая сталь толщиной более сантиметра, между стальными оболочками — полуметровый слой железобетона. Отрезки тун-

неля должны изготавливаться в сухом доке. Каждая секция длиной по 90 метров будет «запечатана» с концов, а затем спущена на воду и отбуксирована к месту монтажа. По прибытии на «стройплощадку» секцию погружат под воду и соединят с предыдущей, а тогда можно будет убрать с одного конца переборку.

Возможно, этот проект будет осуществлен уже к 1977 году.

## ИНСЕКТИЦИД ИЗ ОКЕАНА

Около десяти лет назад в морском черве нерисе (это дальний родственник обычного дождевого червя) было обнаружено ядовитое для насекомых вещество, названное неристоксином. Удалось расшифровать его строение.

А сейчас японские ученые смогли наладить промышленный синтез одного из производных неристоксина — падаана. Новый инсектицид применяется в борьбе с вредителями риса и другими насекомыми. Он малотоксичен для крупных животных, легко разлагается. В прошлом году выпущено полторы тысячи тонн падаана.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СКОРЛУПА

Хрупкая скорлупа яиц составляет много хлопот. «Яичница», которая получается при перевозках, у покупателя спросом не пользуется. Основное цементирующее вещество, от которого зависит прочность скорлупы, — это кальций. За год несушка производит его почти полкилограмма, то есть в двадцать раз больше, чем содержится этого элемента в организме самой птицы. По наблюдениям французских исследователей, куры, которых содержат в атмосфере, обогащенной углекислым газом, значительно лучше усваивают кальций, поступающий с пищей. Их яички имеют скорлупу толще, чем у кур, дышащих обычным воздухом, а значит, меньше бьются на пути в магазин.

## ПОЛЬСКИЕ ВИДЕОМАГНИТОФОНЫ

Варшавский радиозавод имени М. Каспшака приступил к серийному выпуску бытовых видеомагнитофонов оригинальной конструкции.

На снимке: создатели польского видеомагнитофона Енджей Стажинский и Збигнев Межевский проверяют серийный экземпляр магнитофона.



## ВСЕ КАРТИНЫ ЛУВРА НА ОДНОЙ ПЛАСТИНКЕ

Нидерландское отделение фирмы «Филипс» предложило новый способ видеозаписи на пластинки, который после усовершенствования позволит создать домашние дискотеки с записями телепередач. Главной частью проигрывателя служит гелиево-неоновый лазер мощностью в 1 милливатт. Роль иглоки-звукопередатчика играет луч света. Отражаясь от пластинки, поток света попадает на фотодиод, превращается в электрический сигнал, который после усиления передается непосредственно на экран телевизора. Вся информация, характеризующая изображение, его цвет, распределение освещенности, записывается на диск в виде микробороздок. На фотографии показан



но, как они выглядят под микроскопом. Играет роль длина каждой «щербинки» и расстояния между ними. Один оборот такой пластинки соответствует одному изображению. Телевизионные передачи идут со скоростью 25 кадров в секунду, значит, и диск с видеозаписью должен вращаться с такой же скоростью — 25 оборотов в секунду или 1500 оборотов в минуту. На этом же диске записывается и звук. На диске размером с обычную грам-пластинку можно записать телепередачу длительностью 45 минут. На одной пластинке поместятся изображения всех картин Лувра. Основное достоинство нового способа в том, что пластинка практически не изнашивается: ведь изображение считывается лучом света. Запись ведется также посредством лазера.

Специалисты полагают, что наладить производство видеопластинок и проигрывателей удастся к концу семидесятых годов.

## СКОРОХОД НА КАНАТЕ

Швейцарские специалисты считают, что в горных условиях канатные подвесные

дороги могут стать эффективным средством транспорта. Недавно в Швейцарии, близ Цюрихского озера, построена экспериментальная канатная дорога, поезд которой развивает скорость до 113 километров в час. Как видно на снимке, поезд состоит из трех сочлененных вагончиков, вмещающих по 10 пассажиров каждый. Высокая эксплуатационная скорость поезда достигается тем, что в нем установлено двенадцать электродвигателей, соединенных с двенадцатью приводными колесами на крыше. Для большей безопасности поезд оборудован двумя тормозными системами — гидравлической и электрической. Вес поезда — 3600 килограммов, а его полезная нагрузка — 2250 килограммов. Длина экспериментальной дороги — 1060 метров.

## ДЕСЯТАЯ ПЛАНЕТА НЕ НАЙДЕНА

Несколько лет назад американские астрофизики Брайди и Карпентер обратили внимание на некоторые особенности в движении кометы Галлея и предположили, что эти особенности объясняются притяжением неизвестной пока планеты. Брайди и Карпентер вычислили положение гипотетической планеты в космическом пространстве; по их мнению, она должна находиться за Плутоном, самой далекой из известных в настоящее время планет Солнечной системы.

Астрономы из Гринвичской обсерватории (Англия) долго вели наблюдения за той областью небесной сферы, где, согласно предсказаниям, должна была бы находиться новая планета. Однако им не удалось обнаружить ее. Их вывод таков: если неизвестная планета и существует, то она либо значительно меньше, чем предполагалось, либо Брайди и Карпентер неправильно рассчитали ее положение.







## ТЕЛЕФОНЫ НА ЛЮБОЙ ВКУС

Объединение «РФТ Нахрихтен унд Местехник» (ГДР) разработало и выпускает новую серию телефонных аппаратов «Вариант». Номеронабиратели этих телефонов выполнены и в традиционной манере — дисковые — и в виде клавиш с цифрами, но у всех одна особенность: механизм номеронабирателя не имеет обычной для телефонов червячной передачи.

Новая конструкция наиболее изнашиваемого узла в аппарате существенно удлиняет срок службы телефона: на аппаратах серии «Вариант» можно сделать свыше полутора миллионов наборов нуля, то есть в несколько раз больше, чем на обычных аппаратах.

## ПРИРОДНЫЙ АТОМНЫЙ РЕАКТОР

В июне прошлого года в центре Габона, в месторождении Окло, был обнаружен природный уран необычного изотопного состава. В нем содержится всего 0,4—0,6 процента урана-235, ядерного горючего. Нормальное содержание этого изотопа

в природном уране — около 0,7 процента. Ученые предположили, что 1,7 миллиарда лет назад, когда возникло месторождение Окло, в нем шла самоподдерживающаяся цепная реакция, в результате которой уран-235 «выгорел». Зная современный состав руды, можно рассчитать, что в ту далекую эпоху содержание этого изотопа составляло 3 процента, то есть было таким же, как в современных ядерных реакторах на тяжелой воде.

Предположение о том, что в Окло когда-то действовал природный ядерный реактор, подтверждается результатом анализа породы: ее состав сходен с составом отходов распада, постепенно накапливающихся в каждом реакторе. Кроме того, геологи утверждают, что в этих пластах раньше присутствовала вода, которая могла выполнять роль замедлителя нейтронов, необходимых для хода цепной реакции.

## ЭЛЕКТРОНИКА И СЕРДЦЕ

Микроэлектроника дает врачу-диагносту портативные приборы, облегчающие и ускоряющие постановку диагноза. Вот две новинки,

разработанные в Японии. На верхнем снимке — универсальный стетоскоп. Этот прибор, снабженный электронным усилителем, дает врачу возможность услышать звуки таких частот, которые недоступны уху при использовании классического фонендоскопа. Аппарат может при необходимости записать звуки сердца на магнитную пленку. Прибор весит всего 400 граммов.

На фотографии внизу — сверхминиатюрный электрокардиограф. Основа прибора — кассетный магнитофон, записывающий электрокардиограмму на магнитную ленту. Для графического воспроизведения кривой аппарат надо подключить к стационарному электрокардиографу. Прибор очень легок, удобен и прост в эксплуатации, устойчив к сотрясениям. Пациент может взять кардиограф с собой и, почувствовав ухудшение состояния, записать свою кардиограмму. Одной кассеты хватает на 90 минут записи; впрочем, для диагноза обычно достаточно и десятиминутной кардиограммы.



## ПЕРЕПИСЬ В СЕРЕНГЕТИ

В национальном парке Серенгети (Танзания) прошлым летом провели перепись звериного населения. Оказалось, сейчас в заповеднике 1 миллион 730 тысяч крупных животных, то есть почти в пять раз больше, чем в 1957 году, когда перепись проводили отец и сын Гржимеки. Среди обитателей Серенгети — 750 тысяч гну, 250 тысяч зебр, 20 тысяч газелей Гранта, 3 тысячи львов, 2 100 слонов.

## РАСПЛАВЛЕННЫЙ АЛЮМИНИЙ ОТПРАВЛЯЕТСЯ В ПУТЬ

Между алюминиевым заводом в Компьене (Франция) и заводом-потребителем в Нантере расстояние около ста километров. Что в этом случае выгоднее: превращать жидкий алюминий в слитки, доставлять его в таком виде на завод-потребитель, вновь расплавлять его там и прессовать из него детали или же везти алюминий туда в расплавленном виде? Оказалось, второй вариант более экономичен и удобен. Для перевозки алюминия создали особые «термосы» емкостью до 10 тонн. Средняя скорость перевозки до 60 км/час. За три с половиной часа алюминий охлаждается всего на 40—50 градусов, поэтому его можно без дополнительного подогрева использовать для литья под давлением.



## ЭЛЕКТРОННАЯ ВСПЫШКА С ЭВМ

Западнотерманская фирма «Роллей», специализирующаяся на производстве фото- и киноаппаратуры, демонстрировала на выставке «Оптика» в Москве несколько оригинальных новинок.

Электронная вспышка «Роллей Е 36 RE» интересна тем, что в основание осветителя вмонтирован мини-компьютер, который во время наводки аппарата, сообразуясь с освещенностью объекта съемки, чувствительностью пленки, установленной диафрагмой и выдержкой, мгновенно вычисляет, какой силы свет необходимо подать на объект, и соответственно регулирует расход энергии аккумулятора.

Применение компьютера в осветительном приборе позволило на 500 процентов увеличить количество вспышек от одного аккумулятора.

Миниатюрная вспышка с

компьютером создана и для нового автоматизированного мини-фотоаппарата «Роллей-26». Этот аппарат размером с пачку сигарет оригинален тем, что объектив выскакивает из корпуса автоматически в момент съемки, а когда кадр снят, сам убирается обратно.

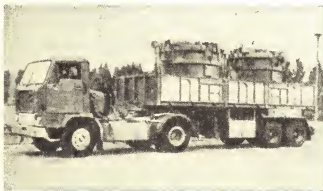


## ГОСТИ ИЗ ДАЛЬНОГО КОСМОСА

Приборы для исследования микрометеоритов, установленные на борту американской автоматической космической станции «Пионер-8», зарегистрировали несколько пылинок, которые сразу были заподозрены в чуждом для Солнечной системы происхождении.

Гостей из космоса выдали их скорость и направление движения. Скорость их — около 100 км/сек. Если бы частица с такой скоростью родилась на Солнце, то она должна была бы удаляться от светила. Однако по крайней мере две из пойманных частиц летели в ином направлении, несвойственном частицам, возникшим в Солнечной системе. Астрономы давно предполагали, что межзвездные частицы пыли время от времени могут попадать в Солнечную систему. Однако до последнего времени ни одной такой пылинки поймать не удавалось.

Масса обнаруженных межзвездных частиц оказалась равной  $10^{-13}$  грамм. Вопрос о химическом составе таких частиц остается пока открытым: на борту «Пионера-8» нет химических анализаторов.



Старший тренер московского бассейна «Чайка» Ю. ШАПОШНИКОВ.

Предлагаемые упражнения рассчитаны на развитие гибкости, тренировку координации движений. Они не требуют для выполнения больших физических усилий и могут быть рекомендованы для женщин.

1. Очертите на полу круг диаметром один метр. Встаньте в середину круга и сделайте прыжок вверх с поворотом на  $180^\circ$ . Первый прыжок сделайте с поворотом влево, второй с поворотом вправо. Старайтесь не выходить за пределы круга.

Если упражнение выполняется легко, попробуйте сделать прыжки с поворотом на  $360^\circ$ . Это упражнение нужно выполнять в просторном помещении или во время занятий физическими упражнениями на свежем воздухе.



2. Поставьте на ладонь палку длиной около метра. Балансируя ею, садьтесь на пол, а затем встаньте, причем, садясь и вставая, не помогайте себе другой рукой и старайтесь не уронить палку.



3. Встаньте на одну ногу, на носок другой поставьте вертикально палку. Балансируя палкой, попробуйте удержать ее 10—20 секунд в вертикальном положении.

Проделайте то же, поставив палку на другую ногу.



4. Поставьте перед собой на пол вертикально две палки и держите их в руках. Одновременно оторвав руки от палок, сделайте хлопок ладонями за спиной, после чего, не дав палкам упасть, поймайте их ладонями.

Усложнить это упражнение можно, добавив еще один хлопок руками над головой.



5. Возьмите двумя руками палку за конец и поднимите ее вверх прямыми руками. Прогибаясь, опустите палку за голову и поставьте ее другим концом вертикально на пол.

Затем вернитесь в исходное положение.



6. Встаньте спиной к стене на расстоянии 1,5—2 шага. Наклонитесь назад и обопритесь лопатками и ладонями согнутых рук о стену, голову наклоните на грудь.

Оттолкнувшись от стены руками, прогнитесь, поднимите руки вверх и встаньте. Это упражнение повторяйте несколько раз подряд.



7. Встаньте лицом к стене на расстоянии одного шага, руки за спиной. Наклоняясь вперед, поднимите руки вверх и попробуйте коснуться пальцами стены.



Во время выполнения упражнений следите за правильным дыханием: во время прогибания, при опускании рук назад или при поднимании рук вверх делайте вдох.

Во время наклонов вперед и при сведении перед собой рук делайте выдох.



Теоретический семинар в Институте Бора. В первом ряду слева направо: Клейн, Бор, Гейзенберг, Паули, Гамов, Ландау, Крамерс.

# Н И Л Ь С Б О Р

Д. ДАНИН.

## ИНАЧЕ ОН БЫЛ БЫ ПОТЕРЯН...

Девятнадцатилетний, ищущий себя мюнхенский юноша даже физиком стал, в сущности, по выбору взрослых и по своему непротивлению. Ему ведь хотелось быть математиком — «чистым», как признался он Куну.

Еще в 12—13 лет он легко овладел анализом бесконечно малых. Потом полюбил теорию чисел. Как все математические вундеркинды, пытался доказать Великую теорему Ферма. Был чрезвычайно высокого мнения о своих знаниях (без достаточного основания) и еще более высокого — о своих способностях (с достаточным основанием). И потому в первые же дни студенчества, осенью 20-го года, решил, что он вполне созрел для участия в научных семинарах прославленного Фердинанда фон Линдемманна, того, что теоретически показал невозможность квадратуры круга. Надо было только, чтобы с этим решением согласился сам Линдемманн.

Однажды худенький светлоглазый студент чуть выше среднего роста довольно смело перешагнул порог мрачноватого профессорского кабинета. Но его самоуверенность тотчас сменялась чувством подавленности. А повод был примечательн: он увидел на письменном столе небольшого пса черной масти. И тот сразу напомнил ему рокового пуделя в рабочей комнате Фауста — черного пуделя, готового превратиться в Мефистофеля. Юноша был начитан и впечатлителен, а пес уставился на него с нескрываемой враждебностью и принялся отчаянно лаять...

У юноши впереди была долгая жизнь, а истории Германии предстояло выпустить на волю черных псов пострашнее линдеманновского и пострашнее гетевского, и сейчас все видится так, точно девятнадцатилетний Гейзенберг проходил тогда за порогом строгого профессорского кабинета микронспытание своей воли и сопротивляемости — символический экзамен на будущее. Выдержал ли он его?

«Я был так ошеломлен этой сценой, что начал занкаться, и едва заговорив, вдруг ясно осознал, какой чудовищ-

Окончание. См. «Наука и жизнь» №№ 4, 5, 8, 1972 г., №№ 1, 2, 1973 г.

его нескромной была моя просьба о семинаре. Линдемани, слабодородный старик с усталыми глазами, воспринял это, очевидно, точно так же, а то, что хозяин был слегка раздражен, и заставляло его собаку заливаться ужасным лаем. Мы почти не слышали друг друга. Линдемани спросил, какие книги по математике пришлось мне прочесть за последнее время, и я назвал сочинение Германа Вейля «Пространство, время, материя». Маленькое чудовище в этот момент замолчало, и Линдемани смог закончить наш разговор фразой: «В таком случае вы окончательно потеряны для математики».

Вот так-то. Ничего не поделаешь. Стало ясно, что математика не для меня.

Это из воспоминаний Гейзенберга. А в интервью с Томасом Куном он в еще более выразительной редакции привел линдеманиновскую фразу о книге Вейля по теории относительности: «Да-а, это значит, что для занятий математикой вы истощены навсегда». И он, Гейзенберг, вышел от старика, чувствуя, что лучше бы ему и вправду ступить на другую стезю.

Так, без борьбы, простился он со своими ранними надеждами и первым выбором. А второй, реально состоявшийся выбор — теоретическая физика! — принадлежал уже, в сущности, не ему. Его отец был старым другом Арнольда Зоммерфельда — это и решило дело.

«...Невысокий коренастый человек с темными армейскими усами посмотрел на меня довольно сурово. Но едва он заговорил, как приоткрылась его великодушная доброжелательность к молодости вообще и в частности к мальчику, который пришел к нему за советом и руководством. Разговор снова коснулся моих добровольных занятий математикой в школе и книги Вейля «Пространство, время, материя».

— Вы сразу захотели слишком много, — сказал Зоммерфельд. — Непозволительно начинать с наиболее трудных вещей и надеяться, что все остальное само автоматически упадет тебе в руки. Я понимаю, вас пленили теория относительности и атомные проблемы. Но помните, это не единственное поле, на котором современная физика бросает вызов фундаментальным философским представлениям и где рождаются волнующие идеи. Овладейте всем этим несравненно труднее, чем вы, кажется, воображаете себе. Вы должны пачать со скромного и терпеливого изучения традиционной физики».

И немало других наставлений, безупречно здравых, а потому совсем не вдохновляющих, преподал ему Зоммерфельд. Но отто-

го, что на сей раз профессорский кабинет был залит ярким солнцем и ничто не подавляло воли к сопротивлению, она попробовала распрямиться. И юноша, правда, как он сам отметил, «еще не без робости», возразил, что все-таки его гораздо больше интересуют философские идеи, возбуждаемые теорией Эйнштейна и теорией Планка, чем разные физические подробности. А Зоммерфельд в ответ мог только усмехнуться:

— Вы должны помнить, что сказал Шиллер о Канте и его толкователях: «Когда короли принимают строить, у возникнов прибавляется работа». Прежде всего любой из нас не более, чем возник...

Вот чего юный Гейзенберг не думал о себе наверняка! К счастью, когда в точках соприкосновения его внутреннего мира с внешним не возникало извне нудящих угроз, он обретал строптивость. И глубокая независимость его мысл получала выход во вне. (Иначе для большой физики нашего века он был бы потерян еще безнадежней, чем для чистой математики.)

Помышлявший об участии короля, а не возчика, он, однако, сразу же внял по крайней мере одному из наставлений учителя, потому что был разумным мальчиком: взялся за решение конкретной теоретической задачи. И вскоре — той же осенью 20-го года — поразил Зоммерфельда своей математической находчивостью и бестрепетностью в обращении с физикой.

Задача относилась к дьявольски трудной проблеме аномального эффекта Зеемана. Зоммерфельд объяснил ему, что это такое, а задано и теорию Бора. Дал экспериментальные данные для частот расщепившихся в магнитном поле спектральных линий. Сказал, что надо построить схему квантовых уровней энергии — таких, чтобы перескоки электронов между ними сопровождалась, в согласии с формулой Бора, излучением как раз наблюдаемых частот. Через неделю или две, по рассказу Гейзенберга Томасу Куну, все было сделано.

«...Я пришел с готовой схемой и утверждением, которое едва осмеливался произнести. И оно, конечно, глубоко шокировало Зоммерфельда. Я сказал:

— Все получается, если использовать полуцелые квантовые числа».

Это звучало так же нелепо, как предложение нумеровать дробями этажи в доме. Даже для Зоммерфельда с его любовью к игре в квантовые числа — ее называли в Мюнхене «атомистничеством» — это было по тем временам слишком. Он воскликнул: «Прекрасно, но такая вещь абсолютно невозможна! О квантовой теории нам только одно хорошо известно — числа в ней должны быть целыми! Половинки — это абсурдно!» Студент-первокурсник усвоить этого не успел. Чувствовал смущение, но отделился от него легко:

«Я был совершеннейшим дилетантом, не ведал, как любитель, ничего, и подумал: а почему бы не попробовать половинки?...»

Однако к лету 22-го года — в свои двадцать с половиной — он уже многое ведал и понимал. И потому в июне пришел час, когда устами его первого учителя заговорила сама история современной физики.

«Как-то, после долгого разговора о боровской теории атома, Зоммерфельд довольно неожиданно спросил меня: — А не хотели бы вы познакомиться с Нильсом Бором? Он будет читать в Геттингене цикл лекций. Я приглашен и мог бы взять вас с собой.

Мгновение я колебался: раздобыться деньгами на дорогу в Геттинген и обратно было для меня неразрешимой проблемой. Может быть, Зоммерфельд увидел, как тень прошла по моему лицу. Во всяком случае, он поспешил добавить, что все расходы берет на себя...»

Так история отправила Гейзенберга знакомиться с Бором на средства Зоммерфельда! И вправду, довольно неожиданно. Но еще интересней — на какие средства она отправила Бора познакомиться с Гейзенбергом. Мюнхенский профессор не мог не рассказать об этом своему ученику по дороге, в поезде, потому что когда-то перед войной сам удостоился приглашения геттингенцев прочитать у них курс гастролирующих лекций по математической физике.

Жил-был в Дармштадте математик Пауль Вольфсфельд. В 1908 году он завещал Геттингенской Академии наук 100 тысяч марок в награду тому, кто первым опубликует полное доказательство Великой теоремы Ферма. (В 1637 году Пьер Ферма записал ее условия на полях книги Диофанта, прибавив, что нашел удивительное доказательство этой теоремы и только за недостатком места не может его привести.) Ни одна математическая загадка не порождала такого количества несостоятельных решений. По свидетельству Макса Борна, Геттингенская Академия начала получать тысячи писем от жаждающих огромного вознаграждения, и переписки со всеми неудачниками стала для академии непосильным бременем. Появление счастливиц не предвиделось. И посягнув на волю завещателя, академия решила пустить проценты с его капитала на проведение в Геттингене циклов лекций тех, кому было что сказать современникам. Первым — еще в 1909 году — выступал с шестью лекциями Анри Пуанкаре. Потом — Лоренц, Зоммерфельд, Дебай... А теперь, после войны, пока инфляция не съела окончательно премияльной суммы и не свела проценты к нулю, с циклом лекций был приглашен Бор.

...Слушая Зоммерфельда, юный Гейзенберг был вправе предаться коротенькому раздумью в сослагательном наклонении. Ах, когда бы в детстве ему удалось осилить то, перед чем на протяжении почти трех веков пасовали взрослые, — когда бы Великая теорема Ферма сдалась ему на милость! — он

ехал бы сейчас в Геттинген с полным кошельком. Как было бы славнo!.. Да, конечно. Но история устроена так, что тогда вероятней всего не ехал бы в Геттинген Бор. Впрочем, и он, Гейзенберг, тоже туда не ехал бы, ибо тогда старик Лиנדеманн не осмелел бы сказать ему, что он навсегда потерял для математики, и физика микромра не стала бы полем приложения его громадной одаренности.

## БОРОВСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ

«**П**ять лекций по теории атомной структуры» — так назывался цикл лекций Бора. Десять дней — с 12 по 22 июня — старый университетский городок у подножия Хайнберга жил только этим событием.

Неизменно переполненный зал и долгие дискуссии после каждой лекции. В гулких коридорах — клубы табачного дыма и разногласия споров. На тихих улочках — взрывы словесных дуэлей. За столиками кафе — ссоры инвакомыслящих. Будто не профессор физики выступал с научными чтениями, а Пабло Пикассо и Владимир Татлин выставляли свои работы, или Всеволод Мейерхольд и Эрвин Пискатор приехали с гастролем, или Владимир Маяковский и Поль Элюар давали вечера поэзии, или Арнольд Шёнберг и Игорь Стравинский являлись со своими концертами... Как все восторское в искусстве тех лет, чему предстоало со временем превратиться в классику века, но что пока еще дразнило здравый смысл и оскорбляло классическое воображение, так все в лекциях Бора тоже несло на себе эту печать вулканической эпохи: основополагающее в них было алогичным и непонятным, второстепенное — неустоявшимся и спорным, а то и другое вместе — странно убедительным и влекущим.

Стояли дни июньского солнцеворота, когда утренняя заря догоняет вечернюю. Цвели сады, и небо не гасло. Природа всеми доступными ей средствами источала приветливость. Каждое утро словно начинался и длился до заката календарем непредусмотренный праздник. И это было чьим-то веселым изобретением — назвать происходившее «Фестивалем Бора».

Как в горячке любых фестивалей, короткие ночи полны были отзвукон шумного дня. Сопровождавшему Бора Оскару Клейну запомнился один вечер... В пансион, где они остановились, пришел Рихард Курант, Джеймс Франк и Макс Борн. Предметом разговора, разумеется, немедленно стала квантовая теория атома. Спорили, попиная настоящий кофе и сетуя, что это сделалось редким удовольствием в послевоенной Германии. Скоро общий диалог сменился неостановимым монологом Бора — он заговорил о руководящих идеях новой физики с их кружащей голову необычайностью. Разошлись поздно ночью. А потом:

«...Геттингенцы жаловались на следующее утро, что хороший кофе лишь снится. Помню, и я не спал, но меня лишили сна иден Бора. Думаю,



что это же было истинной причиной бессонницы и наших немецких коллег».

Меж тем Бор не привез с собою ничего сверхнового. Во всем существовавшем содержании его лекций исчерпывалось тем, что он уже докладывал в октябре минувшего года Физическому обществу Дании. Немецкие ученые там, конечно, не присутствовали, а за датскими журналами не следили. Но незадолго до Боровского фестиваля немецкий ежемесячник «Цайтшрифт фюр Физик» опубликовал перевод этой его большой работы, где главным было развернутое толкование Периодической системы Менделеева. И геттингенцы эту работу уже знали. Что же случилось? Отчего все звучало будто в новинку? Отчего был бессонницы и фестивальная оживленность?

Не привезя ничего сверхнового, Бор привез себя. И этого было достаточно. Ему, тридцатисемилетнему, возмужавшему вместе со своей теорией атома, теперь не нужен был, как в довоенном Геттингене, стакан вина для храбрости. В случае нужды он мог бы укрыться за броней своего всемирно признанного авторитета. Но он не умел носить эту броню. Он был защищен только своей глубокой духовностью — паскалевский мыслящий тростник! «Постараемся же хорошо мыслить: вот основа правдивости...» — если бы триста лет назад не нашел этих слов Паскаль, их отыскал бы Бор. Он не был вооружен даже ораторской умелостью. А может быть, она и не нужна искренности? Уж ею-то он был оснащен весь: с головы до ног! Он не проповедовал, а искал, сомневался и надеялся вслух. И этим поднимал права любого слушателя до своих собственных прав первооткрывателя и знатока.

«...Сама внешность выдавала в нем скандинава. Он стоял на помосте, слегка наклонив голову, и дружелюбно, — с какой-то затрудненностью или смущением — чуть улыбался. Летнее солнце потоком врвалось в широко раскрытые окна. Бор говорил довольно тихо, с мягким датским акцентом. Когда он объяснял частные предположения своей теории, он очень осмыслительно выбирал слова... И за каждым из его осторожно сформулированных утверждений открывался длинный ряд подспудно лежащих мыслей. Только начало этого ряда находило ясное выражение, а конец терялся в полутьме так волновавших меня философских раздумий. То, что он говорил, казалось новым и не совсем новым одновременно... Можно было непосредственно ощутить, что он достигал своих результатов не столько с помощью вычислений и доказательств, сколько благодаря вчувствованию в предмет и интуитивным догадкам. И нелегко ему было отыскивать оправдание для этих резуль-

готов перед лицом геттингенской строгой математической школы...»

Слушая Бора, молоденький Гейзенберг со все возрастающим удивлением замечал одну странную вещь: то же самое, чему учили их Зоммерфельд, в устах датчанина звучало совсем по-иному. И приобретало другую окраску. Это была разница между суховатым чертежом и одушевленным рисунком. Не трудности расчетов, а трудности понимания языка природы глубоко тревожили копенгагенского профессора. И чувствовалось: не к великой искусности прославленных математиков, а скорее к дерзкой непредвзятости молодых физиков адресовался он со своим беспокойством. И потому после третьей лекции, когда недоучившийся мюнхенский студент отказался объявить в переполненной аудитории о своем несогласии с господином профессором, господин профессор сам подошел к юзоше и предложил:

«Давайте поднимемся на Хайнберг — прогуляемся, прекрасно проведем время и постараемся углубиться в интересующую вас проблему...»

Проблема была частная (связанная с последней работой Крамерса, о которой Гейзенберг делал доклад на зоммерфельдовском семинаре). Но углубиться в нее означало нырнуть в туман квантового понимания микромира. Они и нырнули в этот непроглядный туман. А когда через три часа вынырнули, оба почувствовали, что сковааны отныне одной цепью: старший обрел нового ученика, младший — нового учителя. Гейзенберг потом не раз вспоминал те порывотные послеполуденные часы на зеленых склонах Хайнберга:

«...В тот день только и началась моя настоящая жизнь в науке».

Была мнута в их долгом разговоре, когда Бор, пообещав рассказать об истоках своей теории, вдруг сказал:

«Я никогда не воспринимал буквально выражение ПЛАНЕТАРНЫЙ АТОМ».

Он вернулся мыслью к прекрасным дням другого лета, манчестерского лета 12-го года — «я был тогда едва ли старше, чем вы сегодня», — и по его признанию получалось, что даже в пору «Памятной записки Резерфорду» он вовсе не думал, будто электроны и впрямь вращаются, как планеты, вокруг ядра!

Было ли это иллюзией памяти или нет — неважно. Так, через призму настоящего виделось ему теперь прошлое его ищущей мысли. Он объяснил, что планетарная модель — только образ, а не подлинное изображение атома. У нас просто нет иного языка, кроме наглядных классических представлений, для описания микромира. А этот язык для квантовой действительности на самом-то деле совсем непригоден. И пользоваться им можно только так, как пользуется обыденным языком поэзия.

«Поэт, — сказал он, — тоже — озабочен не столько точным изображением вещей, сколько созданием образов и закреплением мысленных ассоциаций в головах своих слушателей».

Что было делать бедняге студенту, любившему, по его собственным словам, зримую наглядность знания? Сначала он возразил недоумевающе, что все-таки физика — это точная наука. А потом не без растерянности спросил:

«Если внутренняя структура атома так недоступна наглядному описанию, как вы говорите, и если вправду нет у нас для нее языка, как можем мы надеяться хоть когда-нибудь достигнуть понимания атома?»

После минутного колебания Бор сказал:

— Думаю, мы все же достигнем этого. Но по дороге нам придется узнать, что реально означает само слово ПОНИМАНИЕ...

Вот как все осложнялось за десять лет и как далеко от чистой физики вынуждена была уйти его добросовестная мысль. «...Нам придется узнать, что означает реально само слово ПОНИМАНИЕ!» И вновь улыбка в момент объяснения — дружелюбная и чуть затрудненная, — та, что два года назад покорила Эйнштейна, а теперь навсегда запомнилась Гейзенбергу.

Когда они уже спускались к городской черте, юноша услышал приглашение в Копенгаген:

«...Проведете у нас семестр, и мы вместе поработаем над какой-нибудь физической проблемой. А потом я покажу вам нашу маленькую страну и кое-что расскажу об ее истории».

Мыслимо ли в двадцать лет держать такую новость про себя! Наверняка, не дожидаясь утренней встречи на следующей лекции Бора, Гейзенберг вечером пустился по зрелищным заведениям Геттингена разыскивать одного мюнхенского приятеля, чтобы ошеломить его происшедшим. И продемонстрировать наконец, что мы тоже не дети и уже стоим больше, чем это кажется некоторым!

## ЕЩЕ ОДИН ЮНЕЦ

Гейзенберг знал, где искать приятеля. Тот обожал театры, кафе-шантаны, ночные бары, потому что не выносил скуки одиночества — особенно вечернего. И вообще умел вести себя с завидной взрослостью. Точный ровесник века, он не любил признаваться — «мне двадцать два». Ему повезло: из-за ранней полноты он и вправду выглядел гораздо старше. И еще его старела отчаянная самоуверенность, обычно молодящая. Но у него была она уж слишком бестрепетной. Да ведь не без оснований: его звали Вольфганг Паули!

За его широкими плечами уже были к двадцати двум годам семь научных работ и защищенная у Зоммерфельда докторская диссертация. О нем уже ходили анекдотические истории (честь не по возрасту). Среди прочего рассказывали, что три года назад, девятнадцатилетний, он попросил слова после заштытовойной лекции в Мюнхене и начал так: «Знаете ли, то, что нам сейчас сообщил господин Эйнштейн, вовсе не столь уж глупо...» Но уже пользовалась повсеместной и еще большей известностью, чем эта незабвенная фраза, его виртуозная статья о теории относительности в Энциклопедии естественных наук. Эйнштейн восхищался ею и, говорит, уверял, что стал после Паули тоньше понимать собственную теорию. Несущественно, правда ли это. Существенно, что молва уже решалась награждать таким признанием начинающего теоретика.

Выходец из Вены, окончивший в Мюнхене, Вольфганг Паули почти уже год ассистировал Макс Бору в Геттингене. И что вонистую удивительно, в геттингенском фольклоре не осело никаких рассказов о прегрешениях «несносного малого» в дни Боровского фестиваля. Будто его на время подменили! Он обрадовал бы даже своего отца, венского профессора биологии, сдержанно гордившегося успехами сына и превратно ужасавшегося его манерам.

Вольфганг даже вставал в те дни ни свет ни заря, оттого что лекции Бора начинались рано. В мюнхенские годы на утренних лекциях Зоммерфельда он не бывал почти никогда, что обескураживало и тайне оскорбляло его учителя.

Гуляка праздный? Да нет же. Верно, что вечерами он поздно возвращался домой. Но верно и другое: потом не гасла лампа в его комнате, и он с отшельнической сосредоточенностью работал в тишине до рассвета. И как продуктивно работал! Просто он был, по классификации психологов, совой, а не жаворонком. Так и сказал о нем в своих воспоминаниях Гейзенберг: «типичная ночная птица».

Они познакомились на зоммерфельдовском семинаре как раз тогда, когда студент-новачок, только что отвергнутый стариком Линдемманном, придумал нумеровать орбиты в атоме не только целыми, но и полуцелыми числами. Для саркастического ума студента-выпускника Паули это был сущий подарок: «...Скоро ты введешь четвертушки, потом восьмушки и будешь так продолжать, пока вся квантовая теория не раскрошится в пыль под твоими умелыми руками!»

Однако колкости и насмешки были между ними не в счет. И не имело значения, что новичок оказывался, как правило, страдательной стороной. (В общении с Паули это равше или позже становилось уделом каждого.) С первой минуты они верно оценили друг друга, и это все решало. Их сразу связало не то чтобы единомыслие — оно могло быть только незрелым, — а кое-что более цепкое и волнующее: общие тревоги неудовлетворенной мысли. И сильнее всего из этих тревог порождалась квантовыми идеями датчанина.

Студент Вольфганг говорил студенту Вернеру:

«По-видимому, Нильс Бор в определенном смысле прав, хотя мы и не можем сказать, в каком именно смысле».

Студент Вернер отвечал студенту Вольфгангу:

«Я нахожу физику Бора, несмотря на все трудное и непонятное в ней, просто завораживающей».

И они могли легко поменяться этими репликами.

Потому и нетрудно представить, с какими чувствами двадцатилетний разскивал двадцатидвухлетнего в вечернем Геттингене, чтобы ошеломить его предложением Бора. Разыскал ли Гейзенберг приятеля в каком-нибудь локале — неизвестно. Но доподлинно известно, что ошеломить его своей новостью он не сумел бы: совершенно такое же приглашение в Копенгаген получил от Бора в те же дни и Вольфганг Паули!

..Снова, как и два года назад при первом знакомстве с Планком и Эйнштейном в весеннем Берлине, Бор жалел, что Маргарет не сопровождала его в Геттингене: эти десять фестивальных дней стали бы праздничными и для нее.

А что сказала бы она о двух его новых юнцах? Подобно Крамерсу и Клейну, им ведь предстояло сделаться в недалеком будущем завсегдатаями их дома — ее подопечными. А для их мальчиков — новыми иностранными «дядями»: дядей Вернером и дядей Вольфгангом, как уже стали Крамерс и Клейн дядей Гансом и дядей Оскаром... Кстати, с Оскаром он, Бор, несколько разошелся в оценке обоих юношей: на Клейна особенно сильное впечатление произвел Паули, а на него — Гейзенберг. Любопытно и важно, что подумала бы о них с первого взгляда Маргарет!.. Впрочем, этими неизбежными размышлениями он на самом деле только заглушал свое скрытое беспокойство о ней — точно то же беспокойство, какое не позволяло ему два года назад задержаться в Берлине, а теперь гнало из Геттингена домой: снова ему пришлось уехать, когда Маргарет ждала нового ребенка...

Телеграмма из Копенгагена застала его еще в Германии. 19 июня 1922 года на свет появился четвертый маленький Бор — Оге Нильс.

Будто предвидя, что быть ему физиком-теоретиком, да еще преемником отца на посту главы Копенгагенского института, выбрали для него на семейном совете это второе имя, уже звучащее как доброе напутствие: Нильс.

## ПРОБЛЕМА 72-ГО...

Четыре сына и целая плеяда учеников! Можно было жить с ощущением редкой счастливости своего двойного отцовства.

И, право же, откуда бы тогда ни явился к Бору призрак одиночества, он, этот при-

зрак, должен был бы сразу растаять легко и бесследно. Еще легче и еще бесследней, чем то бывало в предшествующие годы. Но именно тогда, в 1922 году, Бор написал Зоммерфельду уже знакомое нам письмо, с которого началась эта «Хроника десятилетия»:

«...я, как ученый, часто чувствовал себя очень одиноким...»

Ближние на Блегдамсвей — те, с кем делал он свою «завораживающую физику», — поразались бы этим словом. И огорчились. И просто не поняли бы их подоплека. Разве не была вся жизнь института сплошным и непрерывным свидетельством обратного — его антиодиночества в науке?!

...Еще до Геттингена, в мае 22-го года, случился день, когда он вошел в лабораторию комнату Хевеши и, едва переступив порог, сделал то, чего не делают директора: попросил извинить его, если он помешает работе. Хевеши был не один: вместе с ним трудился возле экспериментальной установки молодой голландец Дирк Костер. Тот совсем недавно обосновался на Блегдамсвей, приехав в Копенгаген из Лунда, где два года работал у прославленного шведского спектроскописта Манне Зигбана. Став мастером спектрального анализа рентгеновских лучей, Костер по желанию самого Хевеши и с благословения Бора учил этому искусству венгерского радиохимика. (После успехов покойного Мозли оно стало бесценным для распознавания природы разных химических элементов.)

Было прекрасно, что Бор застал их вдвоем, химика и рентгенооскописта: в ту минуту он равно нуждался в обоих. Он пришел с текстом своей статьи об истолковании Периодической системы Менделеева, и ему хотелось проконсультироваться у них по поводу одного примечания к тексту: оставлять его или выкидывать? Речь шла о 72-м элементе.

Когда три года назад (в красном домике с котом на крыше) Бор начинал развивать теорию постепенного заполнения возможных электронных вакансий в атомах, 72-я клеточка менделеевской таблицы еще пустовала: элемент с зарядом ядра  $+72$  оставался неизвестным. И гадательными были его химические свойства. Для физической теории представлялся великолепный случай продемонстрировать свою силу — предсказать химическое поведение еще не открытого элемента!

Если теория верно нащупала квантовый принцип поэтажного заселения атома электронами или принцип последовательного связывания электронов в замкнутые оболочки — 2, 8, 8, 18, 18, 32... — тогда физическое пророчество становилось делом арифметики. Можно было заранее сказать, что элемент с 72 электронами будет химически похож на цирконий — элемент с 40 электронами ( $40 + 32 = 72$ ), который в свой черед похож на титан — элемент с 22 электронами ( $22 + 18 = 40$ ). Были там, конечно, разные тонкости, и Бор, не скупясь на подробное раскрытие всей логики своего построения, очень доказательно обосновал эту

арифметику. И его предсказание выглядело как нельзя более солидно.

Надо ли объяснять, сколь важно было для него, что скажут химики? Поиски нового элемента занимали их уже давно.

И вот произошло нечто обескураживающее.

В те майские дни 22-го года «Доклады» Парижской Академии опубликовали сообщение Александра Довинье об открытии слабых рентгеновских линий 72-го элемента. И эти линии были обнаружены в спектре сложной смеси элементов из группы редких земель. Получалось, что 72-й элемент тоже принадлежит к этой группе. А тогда становилось невозможным его сходство с цирконием и титаном.

В результате сообщения Довинье торжествовать мог не Бор, а известный французский химик Жорж Урбиза. Он давно утверждал то, что теперь показал спектральный анализ. (Если, разумеется, эксперимент выдерживал критику.)

У Жоржа Урбиза была своя — совсем не квантовая — логика. Он питал особое пристрастие к редкоземельным элементам. Их группа — загадочная до теории Бора — обладала такою общностью химических свойств, как если бы вся занимала одну и ту же клеточку в менделеевской таблице. С трудной задачей их химического разделения были связаны главные научные успехи, огорчения и радости Урбиза. Пятнадцать лет назад он открыл самый тяжелый из этих элементов — 71-й. И дал ему имя «лютеций»: в честь древнего названия Парижа. Ему страстно хотелось, чтобы и следующий, пока неизвестный 72-й элемент присоединился к редким землям. И он уже окрестил его «кельтем»: в честь древних обитателей Франции — кельтов.

Дьердь Хевеши и Дирк Костер отлично все это знали. И Бору не нужно было вдаваться в историю вопроса, когда он — немножко смущенный и заметно взволнованный — появился у них в лаборатории с коротеньким текстом только что написанного примечания к очередной статье. Все сказанное там сводилось к решительной фразе: «Элемент с атомным номером 72 не может быть редкоземельным».

Оба поняли чувства Бора.

Взволнованность понять было легче, чем смущение. Если данные Довинье не ошибка и Урбиза прав, тогда есть какой-то изъян в самом принципе заполнения электронных вакансий. Тогда достигнутая ясность — иллюзия. И кто знает, из каких глубин квантовой теории атома всплыла эта беда? Ко всем тревогам мысли последних лет — к изначальным противоречиям и непреодоленным затруднениям — прибавилось бы еще одно несогласие логики и фактов. И на сей раз — без малейшего намека на его источник.

Какой ущерб нанесла бы Урбизу правота Бора? Два легких удара: один — по его профессорскому самолюбию, другой — по его французскому патриотизму. Но у историков науки задубевшая кожа: такие уколы уже

давно ниже порога ее чувствительности. Они не в счет, ибо к делу не относятся. А вот: правота Урбиза грозила бы травмой не профессору-датчанину — она была бы ударом по квантовой физике атома! Коллеги-гении сознавали эту надличную окраску взволнованности своего шефа.

А смущение Бора было иного свойства. В сущности, он вовсе не за научной помощью пришел к химии и спектроскописту. Неужели он действительно снял бы свое примечание, скажи он ему: «Это нужно снять, потому что, чем черт не шутит, 72-й может и впрямь оказаться элементом редкоземельным?» Да ведь он уже не согласился со спектроскопистом Довинье и химиком Урбизом, а разве у спектроскописта Костера и химика Хевеши было на сей счет профессиональное преимущество перед французскими коллегами? Напротив, они этой проблемой пока вообще не занимались. Нет, Бор пришел не послушаться их, а только послушать. Они уже принадлежали к его школе. И это было их единственным преимуществом — не лабораторно-ремесленным, а идейно-психологическим. Ему не суд их нужен был, а духовная поддержка: голос доверия и понимания...

Они это почувствовали. И он услышал этот голос:

«Мы сказали Бору, — вспоминал Хевеши, — что он впрямь не убирать своего примечания».

Оба постарались ободрить его. Каждый как умел. Костер довольно уверенно заявил, что со стороны Довинье это слишком неосторожно — провозглашать открытие нового элемента на основе двух слабеньких рентгеновских линий. И потому Урбизу рано торжествовать. Наверняка об этом сразу подумалось, что хорошо бы противопоставить французам свое исследование проблемы.

Час для этого действительно настал, но уже после летних вакансий.

Шел сентябрь 22-го года, когда Хевеши как-то сказал Костеру:

«Послушайте, Дирк, а почему бы нам не соединить мое обучение рентгеновской спектроскопии с поисками этого проклятого элемента?»

Впрочем, говоря по правде, слово «проклятый» он не произнес, однако интонация вполне заменяла злостет. В том, как через сорок лет он рассказывал историкам о поисках 72-го, еще слышалось то давнее томлящее желание поскорей избавиться Бора, физику и себя от бремени возникшей неопределенности. Но он знал, что «носкорей» едва ли получится.

Руководящим был боровский прогноз: 72-й элемент — химический аналог циркония. Участвующие в одних и тех же реакциях (одно и то же число электронов во внешней оболочке атома), эти элементы должны сопутствовать друг другу.

Хевеши приготовил циркониевый препарат из природного минерала.



Н. Бор, В. Гейзенберг, В. Паули.  
Фото 30-х годов.

«...Первый же образец показал присутствие 72-го! Это было истинным везением».

Однако то, что им открылось сразу, обдавало не большей доказательностью, чем данные Довней. Следовало досконально убедиться, что спектры не обманывают. И следовало выделить новый элемент в чистом виде, чтобы изучить его химно.

Работа, работа... Проверки и перепроверки... У них не было права на ошибку... Боровская изнуряющая, чудовищная, абсолютная добросовестность создавала на Бледамсвей атмосфору, в которой иначе трудиться было нельзя. Хевеши оценил и полюбил эту атмосферу давно. Костер недавно вошел в нее и, будучи в свои тридцать три уже сложившимся ученым, порою изнемогал от ее непривычного тихого гнета. И даже взрывался.

## ПОЯВЛЕНИЕ ПАУЛИ

Параллельно с поисками 72-го он писал... той осенью вместе с Бором большую статью «Рентгеновские спектры и Периодическая система». Она была вполне закончена, когда в Копенгаген приехал из Геттингена Джеймс Франк. Еще свежи были в памяти летние дискуссии во время геттингенского фестиваля, и Бору, естественно, захотелось, чтобы Франк прочитал эту статью в рукописи. Дирк Костер с удовольствием слушал похвалы Франка, когда тот расточал их в боровском кабинете. Но потом:

Джеймс Франк (историк): «...Потом Бор спросил: «А что вы скажете о стиле?» И я ответил: «Раз уж вы спрашиваете меня, я должен признаться, Бор, что многие фразы кажутся мне чересчур длинными». Иногда предложение, начавшись на одной странице, занимало всю следующую. Когда я сказал об этом, Костер побагровел. А позже объяснился: «Эта статья переписывалась семь раз! И каждый раз мы пытались сделать фразы короче. Но результат всегда бывал прямо противоположным. Она должна была уже уйти в печать, и вот явился вы со своей

критикой! И теперь Бор снова будет четыре недели работать над нею. И можете мне поверить: фразы станут еще длиннее! И я предупреждаю вас с самыми лучшими дружескими чувствами: если после новой переделки вы не скажете Бору, что она прекрасна, я сверну вам шею!»

Шея Джеймса Франка уцелела. В своей угрозе Дирк Костер был искренен не до конца. Сам он вместе с Хевеши вел поиски 72-го совершенно в духе Бора: добиваясь безусловной доказательности своего открытия, нетерпеливый голландец и порывистый венгр тоже по семь раз «переписывали» каждый опыт. И хотя они уже придумали для своего крестника имя «гафний» — в честь древнего названия Копенгагена (Хафния), — их исследование еще не казалось им пригодным для публикации.

А тем временем появился на Бледамсвей молодой Вольфганг Паули. Он не замедлил воспользоваться летним приглашением Бора и привез с собою в институт особого свойства непочтительный критицизм в сочетании с беспощадной логикой.

Авторитета заслуг или авторитета старшинства для него не существовало — только авторитет разумной теории и неопровержимых фактов. И с его приездом температура требовательности к научным выводам — и без того высокая на Бледамсвей — заметно поднялась еще выше (так, точно в доме включили еще одну батарею).

В отличие от теоретиков экспериментаторы, возможно, не сразу осознали это, ибо Паули и эксперимент были враждующими стихиями. Лабораторные установки он обходил стороной, потому что они не выносили его прикосновения. Больше того, рассказывали, что от одного его присутствия, как бы в согласии с теорией дальнего действия, перегорали предохранители и захлебывались насосы.

Приятно было хоть что-нибудь противопоставить его собственной саркастической иасмешливости, и позднее возник даже язвительный термин — «эффект Паули». Ярчайшим его примером почитался случай, когда в одной из геттингенских лабораторий непонятный взрыв разрушил вакуумное устройство: расследование показало, что как раз в роковую минуту на городской станции оставался поезд, в котором ехал Паули.

Осенью 22-го года этот эффект еще не был известен — по крайней мере в Копенгагене. Только так можно объяснить оплошность Бора-директора, по чьему повелению начинающему теоретику отвели рабочее место в лабораторной комнате Хевеши. (Как рано на Бледамсвей начала ощущаться теснота!) И первооткрывателям 72-го пришлось одновременно первыми открыть для себя и «эффект Паули».

...Спектроскопическая установка начала врать, хотя — видит бог! — Паули до нее не дотрагивался. Поглощенный в свои размышления и выкладки, он вообще ее не заме-

чал, равно как и Костера вместе с Хевеши. Но в этом-то и была суть дела. Та же фантастическая способность к самоутруждению, которая порою придавала Бору вид безжизненного манекена с идиотическим лицом, превращала Паули в качающегося идола. Он принимался раскачиваться на стуле, ничего не слыша и не видя вокруг. Под его грузным телом начинали подрагивать половицы. Дрожание передавалось приборам на лабораторном столе, и спектральные линии ускользали от точной регистрации. А с ними и так была масса возни: рентгеновские спектры циркония и 72-го сходствовали в тонких деталях да к тому же, как вспоминал Хевеши, «аппаратура отличалась примитивностью, и напряжение на трубке часто само скакало вверх и вниз».

Паули не просил прощения, когда его наконец останавливали. Да и за что? Его привычка была безотчетной, а логика не требовала извинений за неосознанное. Но раз логика не требовала, он и не утруждал себя вежливостью. Только всякий раз удивлялся, что в лаборатории, оказывается, работает кто-то еще. И всякий раз невинно осведомлялся: над чем же трудятся Хевеши и Костер? И, выслушивая снова и снова один и тот же краткий ответ: «Над гафнием», — искренне изумлялся, как это можно так долго возиться с пустяковой проблемой...

Это не противоречило его бескомпромиссной нетерпимости к сомнительной чистоте научных результатов. Просто по молодости лет и чрезвычайной высоте самооценки все представлялось ему легко достижимым. Позже он честно посмеивался над собой. Память гениев злорадно и услужливо хранит все вздорное, что им случилось произнести. Как правило, это не очень обременительно для памяти, потому что такого вздора накапливается не столь уж много. Паули хорошо помнил то, что он сказал Бору и Оскару Клейну еще в Геттингене, когда впервые зашла речь о его приезде в Копенгаген.

«С физикой трудностей не будет, — небрежно бросил он тогда, — а вот что меня действительно страшит — это датский язык!»

Вспоминая, как подвело его мальчишеское самонадеяние, он написал, что Бор и Клейн в ответ улыбнулись, да только для него осталось тогда загадочным: почему? Однако он признался, что эта незамысловатая тайна раскрылась, едва он начал работать с Бором.

Не оттого ли, что он все-таки сразу почувствовал трудную глубину копенгагенской «завораживающей физики», ему и пришлось раскачиваться на стуле со все возрастающей частотой и амплитудой, к справедливому негодованию Хевеши и Костера? Еще не сознавая их экспериментальных трудностей, он уже прекрасно сознавал свои теоретические. И начал их осад.

Но разве для Бора это не означало, что на Бледамсвей появилась еще одна — и какая! — понимающая душа?

Все они, Хевеши, Костер, Паули, порою и вместе с Крамерсом, Клейном, Франком помогли ему той осевой предметно ощущать, что чем далее, тем разветвленной становилась духовная связь между ним и его растущей школой. Так откуда же — теперь этот навязчивый вопрос прозвучит здесь в последний раз, — откуда же бралось его чувство одиночества в науке, открыто выразившееся именно в ту пору? Ведь, судя по его признанию Зоммерфельду, оно уже успело стать застарелым. А внешних поводов, достаточных и длительно действующих, не было для этого чувства никогда.

Ни раньше, ни теперь.

Стало быть, поводы были внутренние, такие, что не лежали на поверхности полной успехов жизни...

## ПРАВДА ОДИНОЧЕСТВА

Вот об этом и остается рассказать в завершение нашей «Хроники десятилетия», когда после его первого великого вклада в познание природы медлению и трудно созрел второй.

Признание Зоммерфельду целиком звучало так:

«В последние годы я, как ученый, часто чувствовал себя очень одиночимо, ибо жил с ощущением, что стремление мое в меру отпущенных мне способностей развивать принципы квантовой теории, как единую систему представлений, встречало крайне слабое понимание».

И уже не в прошедшем, а в настоящем времени он растолковал подробнее свою мысль, явно с кем-то полемизируя:

«Для меня это вовсе не вопрос о пустяковых дидактических уловках, но проблема серьезных попыток достичь такой внутренней согласованности в этих представлениях, которая позволяла бы надеяться на создание незыблемой основы для последующей конструктивной работы...»

Дидактические уловки... — что он имел в виду?

Это разные вещи: заботиться о познании еще не познанного и об узнавании уже узанного. Дидактика — это из сферы педагогики. Древнее искусство поучать. У дидактиковная цель, чем у исследователей. Не добывать истину любой ценой, а сбывать ее по доступным ценам. Или иначе: не мучиться самим и других не мучить драмой идей, а поскорее задергивать занавес перед сценой, где она разыгрывается, и, выйдя к рампе, успокаивать зал, что там, за занавесом, уже все в порядке. И потом еще достойно раскланиваться под аплодисменты благодарных зрителей. Дидактические уловки притупляют противоречия, а не разрешают их. Ради педагогического удобства они укрощают бунтующую науку и упрощают покорную природу.



Тогдашняя квантовая физика, вся вздыбленная несовместимыми представлениями, — вроде странного сосуществования световых волн и световых частиц — была до крайности неудобна для преподавания. От внутренней несогласованности ее понятий бедствовали студенты и бедствовал профессор. Но тем опасней были дидактические условия ради иллюзии благополучия. С теми, кто все-таки на них пускался, и полемизировал Бор в письме к Зоммерфельду.

А может быть, Бор полемизировал и с ним самим? Конечно, Зоммерфельд не был дидактиком. Он был исследователем. Однако в глубины квантовых идей не рвался. Это как раз тогда, в 22-м году, написал он Эйнштейну знакомые нам слова, что может «помочь лишь развитию техники квантов», а на создание «философии квантов» даже не покусается, оставляя эту миссию другим. И в самом деле, по свидетельству студента Гейзенберга, его мюнхенский профессор, бывало, говаривал:

«А-а, ничего, все эти несовместимости как-нибудь со временем исчезнут...»

Это было беззаботно и безошибочно — препоручать идущему времени справиться с бедами нынешнего дня. Необременительный оптимизм: когда-нибудь где-нибудь кто-нибудь, вероятней всего, Эйнштейн, — думал Зоммерфельд, — обязательно распутает или разубит все узлы, а нам, простым смертным, пока еще хватит частных нерешенных проблем. То, что иные проиячески называют игрой в квантовые числа, еще принесет нам немалые выигрыши...

Бору такая безошибочная беззаботность и такое передоверие ответственности не могли прийти по душе.

Не мог он разделять и эйнштейновское — совсем не беззаботное, а скорее безысходное — предчувствие, что современнику вообще не дожить до разрешения квантовых бед. Обостряя позицию Эйнштейна, можно бы сказать, что величайший из теоретиков века готов был вместо зоммерфельдовского «кто-нибудь» напропорчить «никто», вместо «где-нибудь» — «нигде», вместо «когда-нибудь» — «никогда».

А был еще другой вариант безнадежности, всего откровенней высказанный бывлым манчестерцем Дарвином. Три года назад, в разгар первого послевоенного лета (снова вспоминается кот на красной крыше), Бор получил от него письмо, где отразилось профессиональное беспокойство математика из-за логических провалов в квантовых построениях. И там были строки, звучащие тем удивительней, что Дарвин адресовал их Бору:

«Я хотел бы, чтобы жив был Анри Пуанкаре, ибо уж он-то смог бы найти нужную аргументацию, как никто другой».

В свое время Резерфорд слышал те же слова, когда мучился над теорией радиоактивного распада атомов: вот кабы Ньютон

взялся за дело, уж ему-то все удалось бы!.. Резерфорд это повергало в ярость. А предвставя в ярости Бора не сумела бы даже Маргарет. Но что могло быть бесплодней, чем передоверять будущее прошлому и тузить о возможностях, якобы упущенных историей? Бору оставалось удыбнуться — не без горечи и поморщиться — не без досады: старый манчестерский друг не верил в его усилия и не понимал его надежд. Дарвин был растерян.

Чуждое всех этих крайностей — трех вариантов отступничества, — умонастроение Бора само являло собою крайность. Четвертую... — ну, как есть четвертая вершина тетраэдра над тремя, лежащими в основании. Ни беспечности, ни удрученности, ни растерянности. Вера в будущее, даже близкое. Но вера особого свойства: оно, это желанное будущее, которое принесет понимание непонятного, рисовалось Бору завтрашним днем его собственной мысли!

Не другим, а себе препоручал он избавление от квантовых несообразностей: создание «философии квантов». И не потому, что в других верил меньше, чем в себя. Просто он не мог жить, НЕ ПОНИМАЯ.

Таково уж было сократовское устройство его натуры. И непонимание было для него тем невозможным, что он веда ЧУВСТВОВАЛ, КАК ПОНИМАЛ. Отступничество от собственных ПОПЫТОК ПОНЯТЬ грозило ему непоправимым душевным разладом.

Это не просто — быть редкой птицей. Единственности никем не охраняется, кроме нее самой.

Все минувшие годы — с той поры, как его Трилогия открыла квантовую революцию в познании атома, и пошли гулять по семинарам и лабораториям, статьям и конгрессам неклассические идеи стационарных состояний (отчего они возможны?) и квантовых скачков (а что это такое?), — он постоянно чувствовал себя в ответе за последствия своей решимости. И потому не уставал принимать все вызовы, теоретические и экспериментальные, какие бросала его атомной модели физика микромира. Началось со сдвоенного резерфордского вызова — объяснить эффекты Зеемана и Штарка. А нынешним очередным был вызов Урбизна и Довийе — история с 72-м. Но и девять лет назад и сейчас, всегда, когда окружающим думалось, что он целиком погружен в треволение конкретной задачи, мысль его на самом деле держала ответ перед философией природы и философией познания.

...Был — на выбор — обыкновенный денек той осени. Заурядная пятница — 22 сентября. Всем в институте казалось, что директор с головой поглощен начавшимися в химической лаборатории поисками спутника циркония. Рано утром, спустившись из своей квартиры в рабочую комнату Хевеши и Костера, он даже не попросил простить его за вторжение. И днем, когда ему звонили по телефону, — мать, приглашая на обед в воскресенье, тетя Ханна с неотлож-

ным наставлением: Харальд, чтобы справиться, как дела, секретарь Шведской Академии из Стокгольма со странным интересом к его биографии, — Бетти Шульц всякий раз хорошо знала, где найти профессора. И даже шестилетний Кристиан, бегая по институтским коридорам, мог точно сообщить любопытствующим: «Папа у дяди Дьердя с дядей Дирком!» Меж тем на столе у папы лежали типографские гранки нового издания «Формальной логики» Харальда Хейффдинга, лежали уже не первый день. Старый профессор прислал их давнему ученику для критического просмотра. И под вечер Бор уселся за ответное письмо своему учителю философии. И в том, что он писал ему, не было ни малейшей видимой связи с поисками недостающего химического элемента. Он писал о главном, что уже привычно владело его мыслями.

22 сентября 1922

«...Мы столкнулись с трудностями, которые лежат так глубоко, что у нас нет представления о пути, ведущем к их преодолению; в согласии с моим взглядом на вещи эти трудности по природе своей таковы, что они едва ли оставляют нам право надеяться, будто мы сумеем и в атомном мире строить описание событий во времени и пространстве на тот же лад, на какой это делалось нами обычно до сих пор».

Его пером водил бедствующий разум. Или то состояние духа, которое Хевеша девять лет назад так хорошо назвал интеллектуальной несчастливостью. Слова выстраивались вдоль обрывистой грани, где физика внезапно и непреднамеренно превращается в философию.

Ко всему еще не повятому: к необъяснимости разрешенных уровней энергии и неестественности квантовых скачков, к непостижимости беспричинного случая и двойственному поведению света, — прибавилось решающее подозрение: а может быть, в микромире вообще теряет смысл веками испытанный способ пространственно-временного описания всего происходящего? Может быть, оттого и все трудности, что прежний опыт физико-математического познания повадок природы не годится в глубинах материи? Может быть, из этого опыта вообще нельзя извлечь ответы на новые вопросы? Может быть, для того, чтобы уловить закономерности микромира и перестать удивляться квантовым странностям, надо совсем по-иному, чем в макромире, вертеть координатами и скоростями атомных частиц, энергиями и временами жизни атомных состояний, наконец, причинами и следствиями атомных событий? Если так, то чем заменить прежний опыт?

Недаром летом на геттингенской горе сказал он юному Вернеру Гейзенбергу, что физикам еще придется узнать, каков реальный смысл самого слова ПОНИМАНИЕ!

С этими-то медленно и трудно вызревавшими мыслями двигался он сквозь тот обыкновенный сентябрьский денек, чтобы вечером выразить их — кажется, впервые так отчетливо! — на листе бумаги. Почтовой бумаге. В частном письме. И не к физическому коллеге, а к философу.

Этот внутренний поиск, словно бы независимый от конкретности каждодневных дел, шел в нем уже долгие годы. И был как возвращение Земли: непрерывным и неостановленным, определяющим все, а вместе с тем неощутимым.

Он, этот поиск, и был его одиночеством. Тихим, как всякое духовное одиночество, которое до поры до времени ве с кем разделять.

Окружающие не замечали да и не могли бы заметить этого втайне драматического фона его деятельной и в общем-то счастливой жизни. То была жизнь среди преданных и неизменно тянувшихся к нему людей. Ничего хоть отдаленно похожего на одиночество житейское, когда печальные обстоятельства или нелюбимость натуры оставляют человека одного. И потому на вопрос, как все это выглядело внешне, фру Маргарет ответила, не упрощая понапрасну прошлого (видна ее улыбка сочувствия к ве слишком догадливому корреспонденту):

«...Не стоит думать, будто Нильс имел в виду что-нибудь серьезное такого рода, когда он написал об ощущении своего одиночества в науке. Мне кажется, это естественное чувство для человека, если он весь находится во власти буруевающих его идей».

И чтобы уж избавить рассказ о происходившем от всякого привкуса житейской драматичности, обычно вызывающей к жалости, она добавила убеждению:

«Нильс никогда не унывал, он всегда оставался оптимистом».

Что же это было?

Не это ли однажды назвал Пастернак «высокой болезнью», которая «гостит во всех мирах»?

И уж наверняка именно ЭТО высочайше оценил Бертран Рассел, как дар, ниспосылаемый природой созидателю человеку:

«Без способности к умственному одиночеству культура была бы невозможна».

Такой способностью природа одаривает не всех, а счастливицков берет на учет история. Они ее ускоряют. И драматизм их внутренней жизни искупается осуществлением их ожиданий.

...Бор оставался оптимистом и в памятный понедельник 11 декабря, когда в качестве лауреата 22-го года читал в Стокгольме свою нобелевскую лекцию «Строение атома». Традиционный спектакль в здании

\* Из письма фру Маргарет Бор автору 6 октября 1971.

Музыкальной академии с участием короля и принцессы был позади. И маленькие тревоги ритуала тоже. Теперь он должен был рассказать ученым-коллегам, за что же, собственно, ему преподнесены золотая медаль и 200 тысяч шведских крон.

Когда он поднимался на кафедру, настроение его было приподнятым вдвойне: накануне он получил из Конейгагена важную и радостную телеграмму. (Когда ее доставили в отель, Маргарет сначала перепугалась: уж не страслось ли чего-нибудь с детьми? И, вообще говоря, ее тревога была не напрасной: позднее такая огорчительная телеграмма в самом деле пришла. Мальчики заболели: инфлуэнца! — так называли в те годы опасный грипп, волнами катившийся по странам послевоенной Европы. И это заставило Нильса и Маргарет, отказавшись от лыжных прогулок в Швеции, срочно вернуться домой.) Однако та, первая, телеграмма была только радостной, и одна Маргарет доподлинно понимала, как жаждал получить ее Нильс до начала лекции.

Телеграфные строки кратко сообщали, что исследование Хевеши и Костера доведено, наконец, до абсолютно надежного финала: 72-й элемент, безусловно, аналог циркония и с редкими землями ничего общего не имеет! Кельтий Урбизна будет принадлежать истории научных заблуждений, а вакантную клеточку в менделеевской таблице по праву займет гафний. Квантово-теоретическое предсказание оправдалось.

Конец третьей части

Бор тотчас присоединил это сообщение к тексту лекции... Впрочем, отправляясь в Шведскую Академию, текст он забыл на столе в гостиничном номере. И обнаружил это, уже поднявшись на кафедру. Отступать было поздно. Пока посылали в отель за папкой, ему пришлось импровизировать. «И ко благу!» — вспоминал Оскар Клейн. Честуемый лауреат неожиданно заговорил о своем предмете с домашней доверчивостью, как в узком кругу учеников и друзей. И винившая стольким знаменитостям аудитория увидела его вне условностей обезличивающей церемонии, увидела его не схожим ни с кем, единственным, таким, каким бывал он всего неотразимей в своей покоряющей чистоте и честности: ищущим понимания вслух — на людях.

Никто не знал о строении атома больше, чем он.

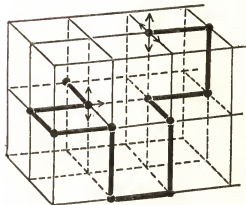
А он знал, что не знает, отчего атом устроен так, как он устроен. И этого незнания не скрывал. Последние слова его лекции прозвучали без всякой торжественности:

«...Существует еще много фундаментальных вопросов, ожидающих разрешения».

Кроме торжества своей теории, он принес с собою на кафедру и свое одиночество. Забыть его в гостинице он не мог: оно было с ним неразлучно. И впрямь, как вращение неразлучно с Землей. Или ожидание — с надеждами.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка пространственного воображения, образности и умения мыслить логически



## ДЛИННАЯ МОЛЕКУЛА

Эта задача родилась в процессе размышлений над вопросом: могут ли длинномерные органические молекулы по мере роста самозавязываться в узел?

В идеализированном виде задача, сформулированная лауреатом Нобелевской премии профессором Максом Дельбрюком, выглядит так. Предположим, что длинная молекула состоит из цепочки атомов-звеньев, располагающихся в пространстве определенным образом. Каждое звено — короткий отрезок прямой. Все звенья равны. Каждое последующее звено в процессе роста молекулы присоединяется лишь под углом  $90^\circ$ , то есть каждое присоединяемое звено можно направить по одному из четырех возможных путей. Накладываться или пересекать себя в точках касания звенья цепи не могут.

Иначе говоря, цепочка может быть проложена по ребрам пространственной кубической решетки (см. рис.).

Какова цепочка кратчайшей длины, которую можно завязать в узел (трилистник)? Нам известно решение М. Дельбрюка — его цепочка состоит из 36 звеньев, — но, возможно, эта цепь не кратчайшая.

# И САХАРА БЫВАЮТ ГОРЬКИМИ

Кандидат фармацевтических наук В. САЛО.

В первой половине XIX столетия почти одновременно с открытием первых алкалоидов\* началось изучение другой важной для медицины группы растительных лекарственных веществ — гликозидов.

В 1824 году французский ученый Ройер выделил из листьев наперстянки ядовитое вещество, которое ошибочно принял за алкалоид наперстянки, и назвал его дигиталином. В 1827 году английский ученый Астафорт установил, что это вещество не является алкалоидом. Оно не растворялось в эфире, а при обработке кислотами отщепляло сахар. В дальнейшем подобное свойство было отмечено у целого ряда растительных веществ. Поскольку эти вещества в процессе кислотного гидролиза обычно отщепляли глюкозу, их и называли глюкозидами. Но более поздние исследования показали, что при гидролизе гликозидов образуются и другие сахара, например, фруктоза и рамноза, что дало повод к замене названия гликозиды на более общее гликозиды (от греческого слова «гликос» — сладкий), а гликозидами стали называть лишь те из них, которые при гидролизе отщепляют только глюкозу. Несмотря на свое название, почти все гликозиды очень горькие вещества. (Пример — листья лопуха, содержащие гликозиды и символизирующие горький, неприятный вкус.)

Как показали исследования, молекула всякого гликозида состоит из несахаристой части, или агликона, и сахаристой части.

Целебные свойства гликозидов связаны с агликоном (несахаристой частью), однако сам агликон без сахаристой части действует гораздо слабее, чем целая молекула, поэтому очень важно при изготовлении лекарства сохранить невардимыми молекулы гликозидов. Долгое время ученым это не удавалось.

В 1835 году Французское фармацевтическое общество объявило премию за получение чистых действующих веществ наперстянки. Спустя десять лет эта премия была присуждена французским ученым Омю и Кзвениу, выделившим из листьев наперстянки аморфное вещество гликозидной природы, которое на животных и человека оказывало такое же действие, как и экстракт из листьев, но примерно в 100 раз сильнее. Во Франции это вещество долгое время применялось в медицинской практике под названием «дигиталин Омю».

Только в 1935 году немецким исследователям Штоллу и Крейсу впервые удалось выделить нативные, то есть неизменные, цельные гликозиды наперстянки. Таким образом, Французское фармацевтическое общество несколько поторопилось с присуждением премии. Ее следовало бы вручить сто лет спустя.

Как оказалось, гликозиды — действующие вещества не только наперстянки, но и многих других лекарственных растений. Так, еще древним египтянам были известны целебные свойства морского лука, растения из семейства лилейных с необыкновенно крупной луковицей (с хорошим кочан капусты весом до 8 килограм-

мов). Египтяне очень ценили морской лук и даже строили в его честь храмы. У древних греков морской лук применялся для лечения водянки и змеиных укусов. Широкой популярностью морской лук пользовался и в Европе в средние века.

Когда во второй половине XIX века из морского лука были выделены действующие вещества, ими оказались гликозиды сердечного действия. (В дальнейшем аналогичные гликозиды были найдены в целом ряде растений: строфанте, наперстянке, ландыше, адонисе, желтушнике, кедровых и других.) Так как у нас в стране морской лук в диком виде не произрастает, его родина — Средиземное море, препараты такого же действия мы получаем из отечественных растений: наперстянки, ландыша, адониса, желтушника и других.

У гликозидов, выделенных из морского лука, есть одно любопытное свойство — они очень токсичны для грызунов: мышей, крыс и т. д. Это свойство растения оказало однажды большую услугу Московскому зоопарку. В начале тридцатых годов нынешнего столетия московские дома, подвалы и склады кишели крысами, которые леребались и на территорию зоопарка. Полчища крыс расхищали корм, портили постройки, нападали на водоплавающую птицу в момент ее выхода на берег и даже вырыли в пруды и аквариумы за рыбой. Предпринимались различные меры борьбы с прожорливыми разбойниками: их ловили капканами, стреляли из мелкокалиберного ружья — ничто не помогало. Крыс было так

\* См. «Начина и жизнь» № 2, 1973 год.

много, что даже кошки в страхе отступали перед ними. Только могучие филины да небольшая ловкая степная лисица-корсак успешно отбивали атаки крысиных полчищ. Конечно, можно было бы подложить в кормушки отравленную приманку, но в таком случае вместе с крысами могли погибнуть и обитатели зоопарка. Весной 1935 года Московский зоопарк посетил доктор Виверс, директор Лондонского зоосада. Он рассказал, что в его зоосаде крысы успешно уничтожают с помощью экстракта из луковиц морского лука. Экстракт действует только на грызунов и совершенно безвреден для остальных животных. Доктор Виверс по возвращении в Лондон прислал в Москву для пробы бутылку экстракта. Было решено не сразу применять заграничное средство, а вначале провести эксперимент. Отравленной пищей накормили крыс, кошку и десять воробьев. Доктор Виверс был прав: через сутки у крыс оказались парализованными задние части туловища, а кошка и воробьи чувствовали себя превосходно. После обнадежи-

вающего опыта в разных местах зоопарка было разложено два килограмма белого хлеба, смоченного экстрактом, смешанным с молоком. На следующий день крысы исчезли из зоопарка, и только кое-где еще на дорожках попадались отдельные грызуны с парализованными задними конечностями.

Как уже говорилось, гликозиды — действующие вещества многих растений. Причем отличаются они как по своему химическому составу, так и по физиологическому воздействию на организм человека. Пример: ревен — известное слабительное средство. Именно этим свойством он обязан гликозидам.

В Китае ревен применялся в медицине еще за три тысячелетия до нашей эры. Европейцы познакомились с этим растением из рассказов Марко Поло, посетившего Китай в конце XIII века.

В настоящее время известна целая группа гликозидов слабительного действия. Их обнаружили в листьях сенны (александрийский лист), в листьях алоэ, в коре крушины лом-

кой и плодах крушины слабительной. Все эти растения применяются в современной медицинской практике.

Есть также гликозиды, обладающие мочегонным действием. Это, например, гликозид арбутина, полученный из корней сибирского растения бадана.

Сейчас ведутся работы по выяснению состава гликозидов знаменитого корня женьшеня. Как только эти исследования увенчаются успехом, станет возможным синтез гликозидов женьшеня и их производных. Не исключена возможность, что эти вещества окажутся еще более активными, чем природные гликозиды, содержащиеся в этом целебном растении.

Химия гликозидов — обширный раздел фитохимии — науки о химическом строении растительных веществ. Приведенные примеры, конечно, далеко не исчерпывают все многообразие гликозидов и их применения в медицинской практике. Но и эти примеры свидетельствуют о важном значении этих соединений для современной медицины.

## ● ПРОСТО РАЗВЛЕЧЕНИЯ

### Ф о к у с ы

В руках исполнителя обыкновенный носовой платок и палочка. Держа палочку вертикально, накрывает ее платком так, чтобы конец палочки приходился на середину платка. Взяв один из его углов в руку, начинаете крутить платок вокруг палочки, делая одновременно вращательные движения самой палочкой. Темп вращения постепенно прибавляется, платок начинает расправляться и быстро вращаться на конце палочки.

## ВОЛШЕБНЫЙ ПЛАТОЧЕК



Раздел ведет народный артист Армянской ССР Арутюн АКОПЯН.

**Секрет фокуса.** Чтобы заставить платок крутиться вокруг палочки и не падать, нужно взять самый обыкновенный носовой платок и заранее приготовленную палочку с секретом. Изготовление ее чрезвычайно простое. Берется деревянная палочка длиной 40—50 см и толщиной 1,5—2 см. В один конец палочки вбивается игла, в ней-то и заключен секрет фокуса. Именно на иглу и нужно надеть платочек. Ну, а чтобы заставить его вращаться, придется немного потренироваться.

# Домашнему мастеру. Советы



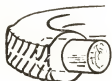
Частокол из подпорок под фруктовыми деревьями не только мешает при обработке почвы, но, кроме того, каждая из этих подпорок может повредить кору дерева. Сектора, вырезанные из старой автопокрышки, закрепленные на ветвях дерева и стянутые между собой оцинкованной проволокой (она не ржавеет), надежно предохранят ветви от повреждений и облегчат обработку приствольного круга. Для ветвей меньшей толщины можно использовать старую велопокрышку, а для тонких — кольца, отрезанные от велокамеры.



Кусочек ластика с несколькими надрезами, закрепленный в старой кисти, становится прекрасным плакатным пером.



Отрезать кусок от автомобильной покрышки можно с помощью ножовки. Для облегчения работы вложите внутрь покрышки под место распила деревянный кругляк подходящего диаметра.



Вам нужно спаять две детали? Это очень просто сделать, если к подставке паяльника прикрепить пружинный зажим «крокодил». В него зажимается одна деталь, а другую можно держать пинцетом и паять.

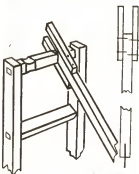


Стальная трубка с заточенным по окружности торцом — отличный инструмент для пробивки отверстий в резине.

Две таких подпорки под лестницу превращают ее в стремянку, весьма удобную для работы в саду.

На верхней перекладине лестницы места ее соединения с подпорками слегка скруглите с тем, чтобы вилки подпорок плотно входили в свои гнезда, позволяя при этом удерживать подпорки под любым углом к лестнице и вместе с тем препятствовать передвижению вилки подпорки по самой перекладине.

В ножки лестницы и подпорок вбейте по достаточному большому гвоздю.



Не беда, если у вашего портфеля поломался замок. Лопнувшую пружину можно заменить куском пористой резины. После такого ремонта замок будет служить вечно.





Рис. В. Мешкова.

## ВСТРЕЧИ С ПЕРВОЙ КАПЕЛЬЮ

(Фенологические этюды)

Б. ПЕТРОВ [г. Красноярск]

Сегодня очень рано в квартире раздался телефонный звонок.

— Здравствуйте, сударь, здравствуйте! — услышал я в трубке знакомый голос. — Я вас не беспокоил? Нам-то, старикам, не спится...

Это был знакомый краевед, фенолог и травовод Александр Александрович Холодов. Голос в трубке звучал оживленно и даже с некоторым лукавством, из чего я понял, что у Александра Александровича хорошие новости.

— Мы-то, старики, рано встаем, с первым светом, к первому автобусу. Недаром говорят: поздняя птичка глазки продирает, а ранняя носик утирает...

— Галки? — не утерпел я.

— Галки, сударь, галки!

— Где? — спросил я.

— На Московском тракте, на обочинах! Знаете, привык рано день начинать, а сегодня просто не мог усидеть дома. Только сошел с автобуса у Дрокина, а они тут как тут, расхаживают! Дожили, еще раз довелось встретиться...

Вот так в Центральной России радуются грачам, а мы, в Восточной Сибири, обыкновенным галкам. И сегодня мой старик, конечно, растрогался.

Мы с Александром Александровичем держим постоянную связь, хотя видимся по причине вечной занятости не так часто. Выручает телефон. А увлекаемся мы одним интереснейшим занятием — фенологическими наблюдениями.

Иной горожанин увидит в мае ласточек-щелбунчиков над домами и скажет:

— Вот и весна пришла.

Даже обидно становится.

Давно сказано, что одна ласточка весны не делает. А все вместе — разве они открывают весну? Конечно, нет! Ласточки прилетают на все готовое: к зеленой траве-

мурав, распутившимся цветам и вылетевшим мошкам. Если это считать началом весны, куда девать сне-золотой месяц март с его каплей и сверкающими на крышах сосульками? Куде апрель с теревиными токами, птичьим гамом на зорях, ледоходами на реках и первыми, робкими подснежниками в лесах? Нет, прилетом ласточек весна скорее заканчивается.

Когда же она начинается?

По численику первый всекий день — 1 марта. Но взгляните в астрономический календарь — там началом весны считается 21 марта. Если говорить с астрономической точностью, то, например, в 1968 году (минуты из года в год меняются!) весна наступила 21 марта в 11 часов 13 минут московского времени. В этот момент Солнце пересекло небесный экватор. Что бы ни творилось на Земле, светило бесстрастно отметило: весна началась. И действительно, какое значение имеет для Солнца и Знаков Зодиака, что у нас в Красноярске вместо положенной весенней оттепели лиших три недели лютуют бураны?

Метеорологи не так придирчивы к датам. Они считают наступлением весны те сутки, в которые средняя температура хотя бы на долю градуса окажется выше нуля.

Но есть еще весна фенологов. Их весна не втиснута в неумолимые календарные сроки. Она живая, земная. В дни появления первых проталин ее приносят на крыльях дожджанины скворцы.

Фенология, если говорить книжно, — система знаний о сезонном развитии живой природы, а если совсем просто — наблюдения за временами года. Как и в любой другой, в ней есть свои законы и даже формулы.

Все наблюдения — о первых проталинах и первом снегопаде, прилете и отлете птиц, распускании и увядании растений, ледоходе и замерзании рек, всходах и созревании хлебов, о многих важных событиях окружающего нас мира — фенолог записывает в свой дневник. За годы собирается немало заметок, которые ложатся в основу календаря природы для края или района по средним за много лет числам.

Особенно необходимы такие наблюдения для сельскохозяйственных работ. Поэтому на Русь издавна вели свой народный календарь (как, видимо, и в любой другой стране), который был самым настоящим фенологическим, только дни в нем назывались по именам «святых», чтобы легче запомнить. Например, 13 марта — Василий-капельник, 26 мая — Лукерья-комарница, 19 мая — Иов-горошинок (горох сеют), 14 сентября — Семел-летопроводец, 28 сентября — Никита-гусепролет и так далее. Чуть не каждый праведник получил от народа кличку, отмечающую наступление какого-нибудь события в природе.

Но ведь в точности на земле ничто не повторяется. Случается весна поздняя, холодная, зато потом все дружно и торопливо распускается, цветет, поет. Иногда сухая и жаркая осень стоит долго, нарушая все сроки. Даже в одном городе деревья на юж-

ных и северных склонах выпускают листья не в один день. Но долголетие наблюдения позволяют уверенно установить и средние сроки и взаимосвязь явлений. Мы, к примеру, знаем, что черемуха у нас обычно расцветает на 27-й день после освобождения полей от снега и что как раз в это время начинается жадный клев окушей. Мы знаем, что, если слишком рано завела ольха, жди поздних заморозков, опасных для цветущих садов. Увидев распутившиеся розовые султаны иван-чая, фенолог скажет: «Пора брать короб и ехать за первыми грибами», а заметив раннюю желтую пряду на березе, подумает: «Через неделю наступит лучший срок сева озимой ржи».

Когда я, еще школьником, начал записывать разные явления в природе, то скоро убедился, что в общем-то ничего не знаю об окружающих меня птицах, лесах и реках. Легко сказать: «Тополь зацвел». А что это значит? Как цветут одуванчики и ромашки, все видели. А как цветет осина? Разве она тоже цветет? Даже не задумывался! Чтобы определить, что прилетели яблони, надо знать, как они поют. И вообще оказалось, они с прилета вовсе не поют, сидят усталые, молчаливые. И лишь через несколько дней, когда появятся наконец и яблони, яблони начинают заливаться по светлым березнякам.

Такое занятие фенология, что заставляет все больше узнавать свой край. И, узнавая, все больше и больше любить его. Потому что, как точно сказал прекрасный знаток нашей природы К. Паустовский, «счастье дается только знающим. Чем больше знает человек, тем резче, тем сильнее он видит поэзию земли там, где ее никогда не найдет человек, обладающий скудными знаниями».

Главной ценностью века стало время. Ничего я не успеваю, невыполненные планы серым камнем каждый день нависают и гнетут. Но хуже всего — некогда стало думать: все время под напряжением дел, под постоянной нагрузкой неотложного.

Только никакими заботами (даже и охотничьей страстью!) не отягощенное общение с миром полей и лесов доставляет такую возможность.

Есть у природы и такая волшебная особенность: стоит человеку с ней поближе сойтись, как пробуждается в его душе поэзия. Вот, например, лесовод. Пишет он о лесовоспроизводстве и учете древесники, а слова-то у него какие: «бор-брусничник, долгомошник», «пойменные чериолесья» или вот «березовая осветленная роща». (К. Паустовский как-то заметил, что подобной особенностью обладают и мореходные люди — читаешь руководство капитанам, словно рассказ об увлекательном морском путешествии.)

Ну, а фенологов сама их наука делает поэтами — в меру дарований каждого, разумеется. В нашем календаре любая строка может быть стихотворением или картинной. Многие уже и стали: «Грачи приятели», «Первый снег», «Уж верба вся пушистая...», «Люблю грозу в начале мая...»

# АПРЕЛЬ — С ВОДОЮ, МАЙ — С ТРАВОЮ

(От первых проталин  
до цветения черемухи)

*Все началось с простой капли,  
И вот уже текут снега,  
И зажурчали, зазвенели  
Деревья, воздух и луга.*

Александр ЯШИН.



Рис. В. Мешкова.

У фенологов принято делить весну на три времени. От первых ручьев в ледяном ложе и первых проталин — весна воды. Когда поля освобождаются от снега и трава на пригревах показывает зеленые кончики, начинается праздник зеленеющей земли. А с распусканием белой черемухи наступает последний, самый короткий период — весна цветов.

Но вот большой друг природы и наш самый душевный ее поэт Михаил Михайлович Пришвин первый заметил и рассказал, что бывает еще и весна света. Да, начинается все с победы Солнца над бородастым стариком морозом.

В марте поначалу крут и сердит бородастый старик. Но с каждым днем светло поднимается выше, и его стрелы все смелее устремляются в толщу снега, вьедливее целлюются за неровности, жарче упираются в склоны, стволы деревьев и стены домов. Много золотых копий ледяной панцирь отразил, а самые острые все-таки вошли. Несколько снежинок оплавившись, округлились и... растаяли. Из них образовалась холодная капля, которая пробралась по южному склону крыши, выглянула и повисла на карнизе. И засверкала острыми лучами...

В сумерках зима выбирается из темных укрытий и с новой силой принимается за работу — жать, давить в губить.

Каждое утро я иду на работу по одной и той же улице. И наблюдаю перемены. Сначала сквозь лед начал проявляться асфальт дороги. Потом высунулись из снега острые гребни вырытой с осени траншеи, обнаружился брусчатый бортик вдоль пешеходной дорожки. Это зачернели городские «первые проталины».

«Значит, солнце каждый день здорово работает!» — думал я, шагая по чистому и сухому от легкого утреннего морозца тротуару.

Я вообразил, как в сверкающей голубой пустоте космоса (почему-то он мне представлялся именно таким) мчится Земля, медленно наклоняясь к Солнцу и все круче подставляя лучам наше северное полушарие. Лучи становятся все вьедливее, упрямее возвращаются в снежное одеяло, прожигают его и вызывают наружу черные кочки и бугры... Обидно, что все это происходит, когда я сижу на работе в своей комнате, начисто забыв про всякие улицы и земные оси. Где-то земной шар переваливается с боку на бок, и ручьи бегут по его скатам вдоль дорог и меридианов, и птицы торопятся в родные края...

Пока я здак глубокомысленно философствовал, глаза мои выбрали точку и остановились на светлой капле, висевшей под изломом сучка уличного клена. Сучок был поврежден еще зимой, белый полóm давно примелькался. Но вот штука-то: раньше он всегда был сухой, а сегодня откуда-то взялась живая капля. Почему она незамерзшая?

«Допустим, кто-то облил ветку, — сообразил я, незаметно для себя остановившись посреди тротуара. — Но тогда она вся была бы мокрой. Или это сверху на сучок попадает капель? Тогда обязательно выросла бы сосулька, а ее нет!.. Да не сок ли ожил в кленовых ветвах? Тогда, значит, у меня на

глазах произошло важное весеннее событие — пробуждение деревьев! Только надо убедиться... Как? Очень просто!..

Я подхожу к клену, на всякий случай оглядываюсь, нет ли кого поблизости, вытягиваюсь на цыпочках и... касаюсь светлой капли кончиком языка. Она сладкая!

С большим опозданием приметы победы солнца появляются и за городом, в чистых снегах. Утром идешь на подледную рыбалку и прислушиваешься: что это вокруг тихоноко звенит, словно бы жаворонок пробует петь над первой проталиной? Остановишься — нет, не слышать ничего. А это прозрачная корочка на снегу разлетается от шагов, рождая сверкающий зов.

Сначала все победы весны связаны только с торжеством солнца над бородатым стариком. Но наконец наступает переломный миг, когда с юга на помощь неукротимой массой накатываются волны теплого воздуха. Вот тогда и начинается великое таинство.

...Мы шли со станции перед рассветом. За ночь на дорожные лужи лег стеклянный ледок, и в тишине сапоги с треском и звоном ломали его. Мы шли молча. Я впервые после валенок надел сапоги, и хотелось нарочно трещать льдом на лужах.

В это утро пришло настоящее тепло. Еще до восхода солнца лужи начали оттаивать, и в согревающемся воздухе оттаяли звуки.

Так и кажется, что осенью, когда ударил первый мороз, звуки застыли. Кого как застало, в таком состоянии и провели зиму. Чудно... Большой-большой симфонический оркестр звуков. Взмахнули смычки, разинули раструбы медные трубы, повисли в воздухе барабанные колотушки и блестящие тарелки, взлетела дирижерская палочка, и вдруг все замерло, звуки онемели на долгие месяцы... И вот пришло тепло, все заколебалось, стало оживать, тихо полилось, зажурчало... Но ни одного отдельного голоса выделить невозможно, словно поет сам согревшийся, набухший талыми звуками воздух...

— Послушай, кто-то поет, — прервав молчание, громко сказал мой спутник.

Действительно, со стороны поля, из низины донесся слабый звенящий голосок. Э, да я знаю, кто это поет, — овсянка!

— Точно, это овсянка, — ответил я. — Тепло услышала. «Сме-ни-са-ни-возьми-во-оз!»

— Что ты сказал?

— Она выговаривает: «Смени саня, возьми воз!» — повторил я. — А когда начнется сенокос, будет петь по-другому: «Неси-неси-не-труси-и!»

— Что-то рановато она за колесный ход стала агитировать, — усмехнулся приятель.

Днем туман разошелся, и мы увидели, что на пригорках в белых полях чернеют неуклюжие, неподвижные пятна проталин. словно какие-то большие звери вылезли из холодной воды и отдыхают, дремлют. А над ними поднимался легкий пар. Овсянка не ошиблась.

Не знаю в искусстве ничего лучше об этой первовесенней поре, чем саврасовские «Грачи». Трудно найти такую точную по чувству картину. Но вот однажды я прочи-

тал и ужаснулся: в марте, было сказано, прилетают грачи, начинают ломать тополя и портить аллеи своими уродливыми гнездами, хриплыми криками оглашая окрестности... Да как же можно так-то о грачах? И знаете ли, кто сказал? Сергей Тимофеевич Аксаков, начинавший русскую литературу о природе, товчавший ее любитель и учитель всех последующих любителей, начинающая с Тургенева.

Но ничего тут нет неестественного. Ведь грачи действительно по весне ломают ветки, строят несуразные гнезда и оглашают округу хриплым карканьем — все это есть. Но есть и та тонкая поэтичность начала русской весны, которую олицетворяет для нас прилет грачей и которую увидел, ощутил в сердце и с гениальной простотой выразил, показав всем, Саврасов. Один художник увидел и сказал одно, другой — свое. В природе и то и другое ощущение было. Но саврасовское так точно и абсолютно за всех нас уловлено и выражено, что оно-то и стало общепарадным сознанием. То есть все мы стали смотреть в марте на грачей его глазами. Именно оно, вот именно так!.. Попробуйте нынче с прилетом грачей ругать их — так ведь просто неприлично.

Вот так же сегодня борются два мнения о тополином пухе. Как начнутся в июне тополиные метели, один говорит: как красиво! А другие бранятся: сколько хлопот с этим сором! Вокруг пехов с точным производством тополя просто безжалостно вырубать. Какое мнение победит?

Многие думают, что снег сходит в яркие солнечные дни. Но это не так. Снег на полях и в тайге съедает туман. Его приносят сырые ветры. Туманы стоят неделями, и в эти пасмурные дни в полях, невидимая за туманами, идет главная весенняя работа.

Всюду выглядывает мокрая новорожденная земля. Темнеют леса. Истекают и умиряют зминые дороги, оставляя вместо себя вереницы клоков солом, мусор вытаявших сених оденев и перезимовавшие под снегом глубокие осенние колеи. В оврагах бьются потоки. Реки и речки с грохотом ломают лед. И птица валом валит с севера — сразу и чибисы, и утки, и гуси-лебеди, и чайки. Теперь не успеваешь следить за переменами, столько всякого происходит каждый день.

Вскоре после проталин наступает долгожданная весна, когда жаворонок залетает над подсохшим пригревом. И черные скворцы рассажутся на шестах вдоль деревенских изгородей — защебечут, засвищут. И наступит шальная пора тетеревиных турпиров.

...Я пришел на токовище затемно, забрался в шалаш и жду. Неожиданно на поляне перед скрадом зашумело, захлопало и стихло. Прилетели, голубчики! Пока ничего не видно... Я не шевелюсь, — они тоже слушают. Так мы томимся несколько минут.

Вдруг совсем рядом в темноте кто-то сказал:

— Кук. — Будто спросил: ну как, все, мол, в порядке?

И сразу из нескольких мест откликнулось:

— Кук, кук, кук.

Тогда этот, рядом со мной, легонько попробовал, проверяя голос:

— Ку-ку-ку-кур-кrrrrrrr...

И потекла, перекачиваясь по камешкам, нескончаемая тетеревиная песня-журчание. А тут я второй попробовал голос и тоже завел — на свой лад. Сразу и третий, и четвертый, и еще несколько подхватили. Каждый бормотал свое, никто другого не слушал, и все наперебой хотели что-то сказать, но получался лишь сплошной гул. Вдруг первый прикрикнул:

— Чуф-фы!

И все сразу загомонили:

— Чуф-фы! Чуф-фы!

Побазарили — того глядя друг другу перья выдерут, и снова всяк свое. Потом вовсе расстроились, разодрались, шумят, кричат.

После утренней зари я отдыхаю на краю болота. Мирно потрескивают веточки в костре, синий дымок струится вверх. Ожидая, пока закипит котелок, я смотрю во все глаза, слушаю во все уши.

Совсем рядом в болото садится кряковая утка, а с нею красавец селезень. Я их хорошо вижу. Ах, какой селезень! Голова зеленая, на шее белый воротничок, грудь коричневатая, сам стальная, а крылышки синие и хвост косичками.

Надушился от усердия, лесной голубь без стыда шхитит:

— Уф-фуу-ха-ха.

Вдруг над головой что-то звонко заскрипело:

— Кыррыыы!

Я даже вздрогнул от неожиданности — два огромных журавля налетели и испуганно шарахнулись.

Потом вышел на поляну белый растрепанный заяц, присел и долго смотрел на меня. Убедившись, что я все-таки не человек, повернулся и спокойно заковылял своей дорожкой.

Птицы взвиваются из-под ног,

Зайцы срываются со всех ног.

А я никого не трогаю:

Лугами, лесами, как добрый дог,

Иду своею дорожкой!

Бекас крут за кругом описывает надо мной, стараясь привлечь внимание. Вот ведь, поди, тоже хочет, чтобы внимание красиво, а получается по-бараньи: бе-е-е!

Самозабвенно заливался в небе жаворонок.

Я понимаю так: каждый хочет сказать свое слово о весне, о земле, о жизни. Наверное, потому мне так казалось, что и у самого просидели такие слова.

Это моя любимая весна: от первых проталин до черной земли, настоящая, безудержная, самая-самая... И если я в эти дни не могу выбраться за город, то все равно стараюсь представить, что там происходит, — услышать песни весенней воды, припомнить запах мокрого ополыя и свежий дух бересты в оттаявших колках, ощутить влажное

прикосновение к лицу сызого пара над жидкими пашнями.

На выходной я все-таки сумел выбраться за город. Цели никакой не было, а просто мне надо было походить, посмотреть, как там идут дела и еще надо было подумать.

На рассвете неожиданно объявился морозец. Солнце вышло яркое, но лужи остекленели, под ногами стала чужуно гудеть сковавшая земля. Утро хоть и сверкало, но чего-то вроде так и не хватало — птицы ли примолкли, вода ли притихла? И в себе я почувствовал непонятную настороженность.

Потом исподволь, но все увереннее стал задывать ветер-сиверок. Небо нахмурилось. И вот уже по замороженной ливне на опушке леса запрыгала, зашуршала снежная крупка. Я окончательно расстроился. Вот тебе и весенний выход, веселый денек!

К полудню ледяной ветер рассветлел во всю силу. Стало мрачно, тоскливо. Север гул и губил. Возвращаясь на станцию, я увидел, как на окаменевшей дороге потерянно жались живые комочки каких-то птичек. Они враспылку бросились от меня. На плечах у одной мелькнула яркая белая перевязь. Э, да это же зяблики. А ведь я сегодня и не слышал ни одной звонкой песни. Молчат. Прилетели и замерзли. Зяблик... зябка... озяб... Всегда, что ли, вы прилетаете к холодам? Какой злой ветер, даже мою куртку прошибает насквозь...

Наутро я увидел за окном белые крыши и дымы из труб. Словно не было весенних дней, словно вся эта радость лишь привиделась во сне. Попытался работать, но карандаш словно отяжелел — еле тащился по листу. Зима вернулась. И работа моя остановилась. Что поделаешь, говорят, без трех отзимков зима не уйдет.

На следующий день теплым дыханием стала дышать весна, и оттаили все цветки на земле, и согрелись начавшие набухать почки, повеселела присмирившая птичтура. Вышел день мягкий, туманный и полусонный. Словно весна, положив все силы для последнего натиска, превозмогла холод, свалила и теперь сама лежала в полудремоте, отдыхала. В эти теплые дни в голых, серых лугах желтыми пухляками зацвела ива. В жаркий майский день она стоит, окруженная тонким ароматом и гудением пчел. Если сфотографировать ее цветки против солнечного света, то длинные ресницы-тычинки с желтыми головками получаются в виде прозрачного сияния, окружающего темное сердечко.

А какие в эту пору вечера в неодоетом лесу! Приходишь перед зарей на вырубку, садишься на пенек под березой, и первое, что поражает, — тишина. Только вечерней зарей в весеннем лесу начинаешь понимать, что такое настоящая тишина, ибо то, что мы обычно принимаем за нее, есть постоянный и привычный шум. Он как фон радиолы и похем в наушниках, на который не обращаешь внимания, улавливая пужный писк снгнала.

Тишина весеннего неодоетого леса живет, она наполнена голосами птичек, шорохом подсыхающей листвы и капели неведомо откуда возникающих на голых береговых вет-

<sup>1</sup> А. Яшин. «Босиком по земле».

вях слез. А когда солнце опустится за кромку четких обнаженных крои, в лесу устанавливается новая, совсем полная тишина, которой и помыслить невозможно. И тогда снау берут запахи.

Они тоже теперь оттаяли, пробудились, задышала сырая земля. Деревья после долгого сна глубоко вздохнули, и от этого по лесу поплыл легкий аромат почек. Загорчила воздух оттаявшая прелея листва. По дороге ва тягу я ворочнул ладонью вяло клубящийся рыжий живой муравейник — в лицо так и шибануло острым испарением муравьиного спирта. И до сих пор, кажется, ладонь источает этот хмельной апрельский дух. Да, запахи оживли.

Они обладают для меня магической силой — вызывают в памяти давно ушедшие картины. Вспомню июльской грозы на городской окраине вдруг уловил совсем забытый аромат... Что же это за аромат, чем это пахнет? Вот вижу, я мальчишкой босиком топаю по теплым лужам, стоящим в кудрявой траве деревенской улицы после такого же ливня... Никогда мне это видение не являлось, а сейчас всплыло, да так наяву, так ощутило! Но чем могло тогда пахнуть на зеленой деревенской улице? Растерянно оглядываюсь вокруг, ищу глазами... А! Так это аромат пахучей ромашки, кудрявой травы с желто-зелеными головками без лепестков! Вот кто ленавроком вернул меня в детство! Экое волшебство может сотворить с человеком самый простой цветок!

В такие вот особенные, обнаженные вечера вдруг приходит, будто бы открывается «второе зрение». Как случается у бегунов и лыжников: сначала дышать трудно, воздух вокруг словно режется. Но надо не останавливаться, и вдруг за какой-то чертой откроется свободное дыхание — «второе дыхание». А когда открывается «второе зрение», то происходит вот такое. словно до этого у тебя перед глазами была декорация, нарисованная на плоской фанере, взгляд скользил по ней, ни за что не цепляясь, и вдруг стал настоящий лес с его влажной глубиной, шершавыми стволами и живыми запахами. И все, что попадает на глаза, становится важно и понятно и близко касается тебя. Бывает еще и «второй слух», когда начинаешь ловить и понимать такое, чего в другой раз не услышишь.

Через неделю после зацветания явы леса начинают раскрашиваться акварельными разливами: молодые березняки — нежно-зеленым, старые березы — шоколадно-оливковым, осинники — розово-сиреневым. Это лопаются почки и распускаются молодые листья.

...Еще утром деревья стояли обнаженные. Но почки надулись, напряглись, и жесткие чешуйки едва сдерживали готовую прыснуть наружу зеленую силу. В это утро родилась необыкновенная роса. Маленькие лутчие капли возникли на самых остриях проткнувших сырую землю травин. Удивительно было: острее тонкое, как игла, и на кончике каким-то чудом обвивалась и удерживалась сверкающая росинка. И так вокруг — на всех остриях — сидели капли, поигрывая солнечными лучиками-шагами. Но все поч-

ки на деревьях были еще закрыты — я специально присматривался.

День выдался жаркий. Роса обсохла, и сильно парило от земли. По опушкам лиловыми полянками цвели хохлатки и мохнатые желтые колокольцы. В полдень почки так напряглись, что больше никакая сила не могла их удержать. И тогда они стали выстреливать зелеными язычками сморщенных листьев. Первой к вечеру озеленела черемуха. Пришел Пахом (28 мая) — запахло теплом. Хорошо в эту пору у нас на земле!

Километрах в двух от вырубки, куда я ехжу весной на тетеревиный ток, стоит на лесной поляне высоченная треугольная вышка, выстроенная геодезистами. Ова выделяется необыкновенным ростом даже среди сестер-великанш, обитающих в округе. Мне давно хотелось забраться на нее и с высоты окинуть окрестные леса.

Вверх от пролета к пролету ведет ветхая лестница, а под самым острием есть площадка, в посреди площадки столк на одной ноге. (Знакомый землемер объяснил: столк для того, чтобы было куда поставить дальномерный прибор.)

Чем выше я поднимался по шатким, ненадежным переходам, тем сильнее гудел в стропилах ветер и тем заметнее раскаливалось с деревянным скрипом все сооружение. Но вот и последний пролет, вылезая через люк ва площадку я...

Я увидел знакомую землю далеко и свободно. Я увидел волнистую страну акварельных березовых лесов, белостольную, нежно-шоколадную, но уже начавшую окутываться полупрозрачной дымкой распускающейся листвы. Колки и перелески, чем дальше от меня, редели, поляны между ними становились шире, и где-то вдали из них выходили настоящие поля, по которым день и ночь жуками ползали маленькие машины — там люди горюпались положить в согревшуюся землю хлебные зерна. Но это уже только угадывалось воображением.

Я посмотрел в другую сторону. Вяз с приворка убегали заросшие соснами и старыми березами глухие овраги, а под горой сквозь плюшевые сосновые кроны голубым осколком стекла просвечивал разлив широко размахнувшейся таежной реки. За нею уходила к горизонту сплошная темная тайга. Она была прочерчена несколькими тонкими линиями просек, которые наискось пересекала жирная черта высоковольтной передачи. И слова воображение угадывало вдали лесовозные дороги и прямоугольные лесосек, на которых с утра до вечера звенят бензопилы и урчат трелевочные тракторы.

Сверху все было очень похоже на искусно сделанный выпуклый макет местности, какие мы с интересом рассматриваем в музеях или на выставках. Тайга — зеленый мук, телеграфные столбы — спички, река — голубая струйка. Занимало дух от этого широкого взгляда и от этой высоты. А я стоял и рассматривал сверху, понимая чертеж в взаимосвязь всех этих просек, дорог, сухих тетеревиных грив, болотистых вальдшнепных визни и солнечных опушек, на которых мы в летние дни собираем зем-



лянику. Даже сильная птица ворон летела ниже меня, роняя на безлистные вершины деревьев свое звонкое «крог, крог», словно настраивая натянутую струну. А надо мной только белые облака неслись по ветру в синем небе, словно стремительно накренившиеся парусные шхуны с полной оснасткой.

Я шел домой, ощущая спокойную твердость земли под ногою (все-таки на этой вышке ухаживает, как на палубе). Вдоль просеки бежит ручей чистейшей снеговой воды. Я сажусь на пенек, достаю из рюкзака кружку и черпаю холодную воду. Старый пенек, на котором я сижу, пустил от корня, а то и прямо из-под коры длинные и гибкие отростки, словно оброс редкой бородой. Я уселся прямо в бороду, но побеги мешают мне удобно устроиться. Тогда я достаю острый ножик... и в этот момент вижу перед собой смятый сапогом стебель весеннего первоцвета — синей медуницы. Я поднял погибший цветок и стал его рассматривать.

Вообще-то нельзя так прямо сказать, что медуница синяя. И кстати, это вовсе не один цветок, а целая горсть колокольцев. В одном соцветии эти колокольчики по-разному окрашены. Самые верхние — розовые, пониже — пурпурные и фиолетовые, затем совсем синие и даже бледно-голубые.

Я обвел пространство вокруг себя — тут было много медуниц! Вот на одну из них упал шмель. По-стариковски ворча, он сует голову в синий колокольчик и неожиданно падает вместе с цветком. Шмель успел расправить крылья, долго сердито жужжит около медуницы, а она невозмутимо красуется многоцветием венчиков. Наконец, он осторожно пристраивается на самую верхушку, деловито углубляется в один из розовых цветков, долго удовлетворенно сосет, сложив прозрачные крылья. Перебирается ниже, прилаживается, но... снова падает в обнимку с синим колокольчиком!

Я заинтересованно смотрю на цветок, который до сих пор держу в руке. Наверное, не случайно шмель сваливается все время с синим колокольчиком? Они ниже расположены, значит, раньше зацвели — старше розовых. Кладу в карман мешающий мне ножик и притрагиваюсь к синему — он действительно держится совсем слабо и легко опадает. Выходит, разный цвет венчиков в одной грозди — сигнал шмелю? Мол, не садись на синий, он уже стар. Отцвела, возьми нектар и пыльцу с розового молодого цветка!

..Я напился и пошел дальше.

..Высоко поднялся человек над землей силою своего ума. И смотреть мы стали на все чаще сверху, и не просто сверху, а как смотрят повелители на карту владений — свысока. (Даже с вышки я видел все пятнами и площадями — где же было заметить одну медуницу с ее шмелем?) А если бы на каждую медуницу в отдельности почаше любоваться, может быть, тогда и хозяйничать на земле будем умнее, бережнее? Об этом я думал, вспоминая, что острый ножик, которым я хотел смахнуть мешавшие мне гибкие живые побеги, так в этот раз и не понадобился.

Вместе с медуницей распускается черемуха. В колхозах и совхозах горячие дни: надо вовремя провести сев хлебов. Апрель — с водою, май — с травой! И у животноводов хлопот неупрото: пора после долгой зимовки выгонять скот на пастбища. Зеленеет черемушник — значит, вот-вот появятся листья на других деревьях, прилетят ласточки, раздается над лесами первый крик кукушки. Озеленела черемуха — значит, днями появятся на ней белые несравненного горьковатого духа грозды.

По народным приметам в эту пору обязательно бывает еще одно отзимье, его так и называют «черемуховые холода». Но проходит северная воля, снова устанавливается теплыня, и тогда обильно и неудержимо распускаются луговые и лесные цветы.

За черемухой вспыхнут жарки на лужайках, обольются цветом яблони в садах, начнется страда у дачников-садоводов и умельцев выращивать огородную овощь. В колхозах только с хлебом отселились, а уж пора без промедления начинать картофель и кукурузу. И лесоводы теперь спят вполглаза: знают — пока травы не поднимутся и не закроют подсохнувший весенний мусор, того и жди, как где-то от пущенного неразумным человеком пала запалает по тайге пожар-низовик, бесчисленно гублюй юный подрост, птички гнезда, муравейники и четвероногую молодь. Пришла теплая весна — пора многогранная. А для рыболовов-любителей наступает долгожданный праздник первого выезда на выходной день — на освободившихся ото льда озерах начинается райский клев карасей и линей.

Просыпаясь на рассвете, когда все вокруг притихнет и кусты обдадут росой, а озеро начинает дымиться теплыми туманами. Тихонько устраиваешься около своих рогатук с удильщиками и осторожиж — только бы не забыть поплевать на червяка! — забрасываешь первые насадки.

Буль! И по тихой воде пошел ровный широкий круг. Поплавок побежал, побзжал, нырнул, выплыл и успокоился. Но долго ждать не придется. Вот он вздрогнул, потом еще раз — и сразу пошел ко дну. Тут уж не зевать — мгновенная подсечка! Это, конечно, окунь с ходу заглотил червяка. И вот рыбок, и вы чувствуете, что удаленные в руках стало трепетно живым, потому что там, в глубине, горбатый окунь упруго упирается и бросается из стороны в сторону.

Утром взойдет солнце, и заиграет в самоцветах роса, и кукушка будет без устали отсчитывать годы, пока не окрипит. (Обычно часам к семи утра у нее начинается получас — хрип.)

Потом станет понемногу пригревать, комары начнут пить тошнее, и загудят первые оводы-разбойники. Пробежит по вершинам первый ветерок, и пойдет, пойдет на весь день зеленый шум, веселый шум, побегут по земле тени облаков, и раздается в колках флейта птиц пиволги:

— Фитиу-диу!..

Но раз уже запела иволга, значит, время весны-красы закончилось. Вступает в свои права перволетье.

## К Н И Г А О ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЯХ

Существует много способов популяризации науки. Один из них, самый общепринятый, состоит в упрощенном пересказе фактов и принципов науки. Но существует иной и вполне правомерный подход: рассказ о творцах науки вместе с рассказом об их

творчестве. Именно в таком стиле написана книга В. Азерникова.

Главная трудность при написании такой книги состоит прежде всего в отыскании истины. История открытий окружена таким количеством анекдотов и легенд, что добросовестное

ее изложение требует большой и кропотливой работы по отысканию подлинного среди недостоверного.

Автор начинает с двух избитых легенд: об Архимеде в ванне и о Ньютоне под яблоней. Пересказывая их критически и, так сказать, в историческом разрезе, он как бы задает общий тон книги. Впоследствии тем же методом идет рассказ и о других первооткрывателях. Знакомясь с научной и отчасти личной биографией великих физиков, читатель встретится с «драмой идей», как иногда

Валентин АЗЕРНИКОВ

## « С Е Р Е

В этой последней главе мне осталось поведать одну лишь еще историю. Правда, по хронологии она самая древняя в этой книге: она восходит к тем временам, когда остров Цейлон назывался еще санскритским словом «Серендипа», образованным в еще более далекие времена соединением двух слов: «Симхала» — одно из названий острова и «Двиппа» — остров. Открыт Симхала Двиппа был бенгальским принцем Виджаяя, который отправился в плавание по Индийскому океану из Калькутты и неожиданно около самой Бенгалии обнаружил большой остров. Принц поселился на острове, стал править им; его потомки звались принцами Симхала Двиппа. Со временем это длинное прозвище сократилось до принцев Серендипа. И вот с того момента и берет свое начало предание, о котором я хочу рассказать.

Суть его в том, что принцы Серендипа обладали удивительной способностью во время путешествий находить вещи, которые они и не думали искать; в этом они походили на своего предка, который и сам Цейлон открыл случайно.

Предание это существовало на Цейлоне много лет, было оно известно и в Индии, но европейцы толком о нем не слыхали до 1754 года, до тех пор, пока английский исследователь Уолпол, изучавший Цейлон и даже написавший о нем книгу, не использовал это предание для образования неологизма, то есть нового слова — «серендипити». Этот термин известный английский Вебстеровский словарь трактует как: «Дар обнаружения ценных вещей там, где их не ищут».

В. Азерников. Неслучайные случайности. Издательство «Детская литература», М., 1972 г.

Публикуем заключительную главу книги.

Но зачем понадобилось Уолполу вводить его?

Представьте себе ученого, который десять, двадцать, тридцать лет работает над какой-то проблемой и вдруг узнает, что его коллега этак небрежно, между прочим, не затратив ни времени, ни труда, наткнулся на ту драгоценную истину, которую он, старатель, добытчик, первопроходец, труженик, несколько раз буквально держал в руках, но по каким-то, как ему кажется, объективным причинам совершенно случайно не рассмотрел. Каково ему? Что должен он чувствовать в своей расклеванной обидой душе, когда его коллегам, а не его самого вечнают всевозможными знаками отличия? Бешенство? Тихую злость? Достскую обиду? Равнодушие? Радость за товарища, который, безусловно, достоин награды? Радость за науку, которая обогатилась новым открытием? Радость за человечество, которому в конечном счете все равно, кто добыл новое знание?

Так что он должен переживать?

Любое из этих чувств — в зависимости от характера и мировоззрения. Он может возненавидеть коллегу — как было с Лавиаром, или любимую науку — как было с Романьози, или вовсе все человечество — как Кавендиш; но он может и ограничиться тем, что философски усмотрит в случившемся перст судьбы, некое высшее предначертание. А с этим как бороться? Только иронией. И он придумает словечко, чтобы обозвать это непонятное везение, посещавшее не раз других, ничуть не более достойных, но упорно минующее его скромную персону. А чтобы все увидели хотя бы в этом творчестве, в словотворчестве, какой он образованный и умный, он придумает словечко не простое, а заковыристское, чтобы в нем все было; и древняя легенда,

образно называют историю развития науки. Надо, чтобы интересующиеся наукой хорошо понимали, каким трудным и мучительным было ее развитие и что открытия, которые на первый взгляд могут показаться случайными, как выигрыш в лотерее, на самом деле были сделаны хорошо подготовленными к ним людьми, способными понять то, что они наблюдают.

В. Азерникову удалось написать интересную книгу. Галерея судеб человеческих и судеб открытий приводит перед читателем. При

всем своем разнообразии они связаны одной сквозной идеей, ставшей фактически сюжетом этой книги.

Хочется отметить и удачно найденную авторскую интонацию: разговаривая со своим юным читателем, автор находит на редкость точную и уважительную манеру изложения — он обогащает читателя массой информации без обидного учительства.

Рассказ о сложных явлениях природы и сложных судьбах ученых ведется темпераментно, но вместе с тем тактично, с большим

чувством меры. Многие остаются за пределами книги, и это побуждает читателя удовлетворить свое любопытство с помощью специальных книг. Этого, вероятно, и требовалось добиться.

Я считаю, что книга «Неслучайные случайности» будет с удовольствием читаться не только молодежью, но и взрослыми. А это лучшая похвала книге для юношества.

Доктор физико-математических наук  
А. КОМПАНЕЕЦ

## Н Д И П И Т И »

и герои королевских кровей, и заморское государство, и фонетика исчезающая, а не какая-нибудь английская или латинская.

И тогда он возьмет да и откроет новое слово «серендиппити», чтобы хоть как-то свести счеты с баловнями судьбы. Чем, кстати, и прославит себя.

Но каждое открытие рано или поздно покидает своего хозяина и становится общедоступным и в своей новой жизни нередко служит иным целям, отличным от тех, какие имел в виду его автор. Так случилось и с серендиппити: оно пришлось по вкусу ученым, и его пустили в оборот. Но постепенно оно стало утрачивать свой язвительный смысл, из него улетучился яд иронии, и оно стало обозначать просто счастливый дар случайных находок, такой же необходимый элемент научной работы, как и долготерпение.

В какой-то мере удача должна сопутствовать каждому исследователю, чтобы у него хватило сил, времени, средств дойти до поставленной цели; я уж не говорю о том, что сама цель может быть выбрана неудачно, и тогда... Что тогда?

Прежде всего, если высказанное предположение не подтвердилось, это еще не значит, что оно все-таки неверно; не исключено, что его просто нельзя было доказать с помощью существующих средств; таких примеров в истории науки сколько угодно. Но предположим, что и в самом деле гипотеза не подтвердилась окончательно (хотя ничего окончательного в познании природы не бывает; вспомните: сначала считался неделимым атом, потом — атомное ядро, и каждый раз оказывалось, что существуют еще более мелкие частицы). Так вот в этом случае — как считать результат ученого: удачей или неудачей?

Не будем торопиться с ответом — все не так просто.

Начнем с науки вообще. С позиций естествознания то, что произошло, несомненно, удача. Не такая большая, как, скажем, если бы гипотеза подтвердилась, но все равно удача, скажем, умеренная. Потому что эту же самую гипотезу мог бы высказать и попытаться доказать другой ученый или другие ученые — случаев параллельной работы, когда один коллектив исследователей не знает, что в это же время где-то происходит аналогичная попытка, немало.

И это значило бы, что на одну и ту же работу было бы потрачено в несколько раз — как минимум в два раза — больше времени, сил и средств. Следовательно, вовремя опубликованное исследование, не приведшее автора к поставленной цели, имеет несомненную общественную ценность: оно закрывает одну из дорог, по которой могли бы пойти другие. В этом случае ученый похож на минера, идущего по предполагаемому минному полю; убедившись, что опасности не существует, он ставит опознавательную табличку: «Проверено. Мин нет».

А для самого ученого — что для него означает отрицательный результат? Ничего катастрофического, если только этот ученый не карьерист, жаждущий немедленной славы. Более того, он заслуживает признания коллег, и часто оно выражается даже в присуждении ученой степени кандидата или доктора наук. Степень за неудачу? Да, степень за неудачу, если пользоваться такой терминологией. А если выражаться более точно — степень за сумму знаний, накопленных во время работы, за разработанную новую методику, новыми словами — за вклад в науку. За вклад со знаком «плюс»,

несмотря на то что результат — со знаком «минус». Парадокс?

Ничуть. Тщательность, с которой выполняется так называемое неудачное исследование, неудачное по результату, должна быть даже выше, чем в случае удачи. Вспомните открытия, о которых я рассказывал; ведь после первого же сообщения ученые всех стран буквально набрасывались на статью и проверяли и перепроверяли каждую ее строку, каждую цифру: не ошибся ли их коллега. А отрицательный результат никто перепроверять не станет — ученому поверят на слово. Но его ответственность за это короткое слово «нет» увеличивается. Представьте, что он недостаточно тщательно исследовал все возможности и упустил из-за этого истинный ответ — «да», он же тем самым как бы украл у человечества новое знание: пока еще найдется такой смельчак, чтобы решиться на свой страх и риск перепроверить данную работу, или когда еще наука накопит другие косвенные факты, не вяжущиеся с полученным однажды «нет» и опровергающие его!

Этот нюанс — удача даже при неудаче — характерен именно для научного творчества; в искусстве, например, или в спорте неудача есть неудача, она конечна по своим последствиям, если не считать некоторого ее педагогического значения по принципу — на ошибках учатся.

Таким образом, мы установили роль неудачи для науки и ученого. Теперь самое время попытаться определить роль удачи, роль серендипити. Для цивилизации в целом значение этого фатального фактора ясно: нам безразлично, кто принес на алтарь прогресса новое достижение, главное, что можно воспользоваться его плодами. Но вот для самого ученого что означает серендипити? Достаточно ли его милостивого вмешательства, чтобы свершилось новое открытие?

Вспомним примеры подобных счастливых озарений — кого посещали они? Не будем серьезно относиться к истории с яблоком Ньютона, мы уже решили, что это не более чем сказка; к тому же, если принять ее, то придется признать, что закон всемирного тяготения обязаны были открыть задолго до Ньютона, потому что все компоненты удачи порознь уже давно витали в воздухе, не хватало лишь катализатора, который помог бы им встретиться в одной голове. Если бы для этого было достаточно одного мгновения, когда человек охватывает все детали внутренним взором и сразу улавливает их между собой, то, конечно же, ничего лучше падения яблока, да еще бы хорошо на голову ученому, и не придумаешь. Но, как видно, мига тут явно недостаточно; Ньютону понадобилось на раздумье двадцать лет.

Но вспомним другой пример. Кому-кому, а соотечественникам Ньютона Карлейлу и Никольсону никак нельзя пожаловаться на отсутствие серендипити. Они в полной мере почувствовали его милостивую, доброжелательную руку в тот день, когда по неразумению накапали воды на цинковую пла-

стину батареи и, по существу, открыли электролиз воды. И что же? Какой отклик нашел этот намерк в их невежественных — с точки зрения физики — душах? Да ровным счетом никакого; поиграли немного в подаренную случаю игрушку и бросили ее. А что бы должен был сделать настоящий исследователь? То, что сделал Рентген, когда серендипити постучалось к нему в кабинет темной ноябрьской ночью: отработать подарок, не выходя из пятидесяти суток из лаборатории, пока не будут добыты ответы на все вопросы, и написать работу, к которой никто уже ничего существенно нового не сможет прибавить. И еще: услышав таинственный стук в дверь, встать и открыть ее и почтительно выпустить неожиданного гостя, а не бурчать в усы «я занят, зайдите попозже» или «ходят тут всякие». Ведь слышал же этот вкрадчивый стук серендипити Леонард, когда наблюдал свечение экрана за алюмининевой фольгой; слышал его Дж. Дж. Томсон, когда невест с чего светилось стекло трубки; слышал его Гудсид, когда обнаружил на фотопластинке таинственные тени; слышали их десятки физиков, когда посылали мять в магазин непонятно почему потемневшие фотопластинки; слышали, но остались глухи.

Но чтобы открытие свершилось, надо не только успеть открыть дверь, пока удача, обидевшись, не ушла, надо еще и узнать редкую гостью в том необычном обличье, какой она приняла на этот раз. Здесь недостаточно дежурной готовности откликнуться на зов судьбы — нужны мудрость и знания.

Сильванус Томпсон, как и Ньепс де Сент-Виктор, удивлялся почернению фотопластинок, как и Анри Беккерель, оба они связали это с ураном, но в отличие от Анри не понял, что заглянул к ним в лабораторию, чей случайно запечатленный портрет остался на фотопластинке; не понял, потому что не знал столько, сколько знал Беккерель, потому что не работали, подобно ему, многие годы с фосфоресценцией и с фотоматериалами.

Знания нужны здесь не только даже для того, чтобы понять, что произошло; только они могут дать силы и мужество в отстаивании своей точки зрения — новой точки зрения.

Николай Николаевич Семенов не затратил много времени на встречу со своим серендипити, но сколько сил и мужества понадобилось молодому физiku, чтобы вступить в спор с самим Боденштейном и спорить, спорить — в экспериментах, в расчетах, в обосновании их — до победного конца. Что могло придать смелости неизвестному еще ученому в этом диалоге, ведущему на равных? Только знания, научный багаж, накопленный до этого случая и после него; до и после, но не во время; следовательно, не наспех нахватанные сведения, а систематическая, методическая работа...

Крупные ученые прекрасно понимали роль случая в научном творчестве и знали ему цену. Выдающийся физик и физиолог Герман Гельмгольц через сто лет после того, как Веллоуп породил серендипити, вы-

сказался об этом весьма определенно: «Иногда и счастливый случай может прийти на помощь и раскрыть неизвестное соотношение. Но случай вряд ли найдет применение, если тот, кто его встречает, не собрал уж в своей голове достаточно наглядного материала, чтобы убедиться в правдивости предчувственного». Другой крупный ученый и великий поэт, И. В. Гёте — да, да, Гёте был ученым, немало обогатившим естествознание своими исследованиями, — обрисовал роль случая в научном открытии в мудром четверостишии:

Талант и счастье — снаив таковский,  
Что дуракам и не понять.  
Им нужен камень философский...  
А мудрецам его где взять?

Философский камень был извечной хрупкой мечтой всех алхимиков; они считали, что с его помощью можно превратить в золото любой элемент. Конечно, спору нет, очень даже неплохо иметь под рукой этакий маленький бульжничек и клепать с его помощью разные чудеса. У кого ума немного, тот сразу — золотые монеты, мпнуя даже слитки; кто думает не только о себе, но и о науке, то, может, какое открытие сварганит. Но, увы, мудрецы не имеют талантов; им приходится полагаться только на себя, на свое терпение, на свои знания; на серендинити никто не надеется заранее, ибо на ожидание счастливого случая может уйти так много времени, что его не хватит на то, чтобы постичь суть находки.

Словом, это четверостишие наводит на долгие и серьезные размышления.

Вот, собственно, мы и выяснили, что значит для ученого серендинити, какова его роль в свершении открытий. Убедились, что одного серендинити явно недостаточно для торжества нового в науке, нужны и другие слагаемые: талант, знания, непредвзятость мнений, умение удивиться новому, трудолюбие, смелость в отстаивании своих убеждений.

И еще одно обстоятельство существенно здесь, но о нем я еще не говорил — необходимость. Необходимость в данном открытии. Наука и общество должны по меньшей мере созреть, чтобы понять и принять новое открытие, а еще лучше — они должны остро нуждаться в нем, тогда оно свершится непременно, даже если и нет ни у кого серендинити. Не повезет одному — повезет другому; необходимость будет подстегивать искания; она насытит атмосферу предчувствованиями нужного открытия; и тогда будет достаточно одного намека, чтобы открытие выкристаллизовалось из всех предшествующих опытов, как выпадает соль из пересыщенного раствора при внесении в него маленького кристаллика.

Связь случайности и необходимости диалектический материализм прослеживает во многих сферах человеческой деятельности — не только в науке, но и в экономике и в политике. Хороший пример такой связи приводит в одном из писем Фридрих Энгельс:

«Что Наполеон, именно этот корсиканец, был тем военным диктатором, который стал необходим Французской республике, истощенной войной, — это было случайностью. Но если бы Наполеона не было, то роль его выполнял бы другой. Это доказывается тем, что всегда, когда такой человек был нужен, он находился: Цезарь, Август, Кромвель и т. д.»

Если бы Рентген не открыл X-лучи, их открыли бы вскоре другие ученые, может быть, тот же Ленард; если бы не Беккерель, — Снявванус Томпсон сообщил бы о лучах урана; если бы Марсден не пришел к Резерфорду, отскок альфа-лучей все равно был бы обнаружен: с ними работали в других лабораториях. Наука была готова к тому, чтобы принять новые данные о строении вещества, потому что она нуждалась в них, потому что их отсутствие тормозило ее дальнейшее развитие.

Но, с другой стороны, она была уже способна и понять то новое, что дала ей ученые, ибо уже были известны в общих чертах волновая и корпускулярная природа излучений, были созданы методы регистрации излучений и количественной их оценки.

Словом, вправильно говорить, что X-лучи, или радиоактивность, или электромагнетизм были открыты случайно; нет, их открытие было вполне закономерно и даже ожидаемо; даже повод, который помог сделать это именно Рентгену, Беккерелю, Эрсту, и тот не был случайным, он уже не раз имел место в других лабораториях, случайным может быть здесь признано только стечение обстоятельств, в результате которых странные явления увидели ученые, способные их увидеть и оценить; но само открытие от этого не становится менее значимым. И цена его — для ученых и для науки в целом — в конечном счете, после всех трудов на его распознавание, изучение, обоснование, пробование ничуть не меньше, чем любого другого, добытого в конце длинного пути.

Поэтому не верьте легендам, когда они станут напештывать дурмажные слова о том, как легки случайные открытия, о том, что в науке главное — везение, что если кому отпущен природой хоть гран серендинити, то рано или поздно тому повезет, главное — не пропустить его деликатное покашливание, когда оно захочет обратить на себя внимание; а поэтому надо сидеть смиренно всю жизнь, навести уши и сложать руки, и ждать своего часа, а когда пробьет он, тогда уже можно позволить себе все, что угодно — хоть бежать нагишом по городу и кричать «Эврика!».

Не верьте легендам. В оняняющей кажущейся легкости научных побед нетрудно разглядеть красочные одежды вымысла; под ними обнаруживается суровая, трезвая правда о прозябшем кропотливом, до седьмого пота труде ученых, которым однажды на миг посчастливилось увидеть то, что до них не видели другие.

И тогда вспомните слова великого Пастера: «Счастливая случайность выпадает лишь на долю подготовленных умов».

# Г И Б Е Л Ь Н О Е И З У М Л Е Н И Е

Р а с с к а з

Луи ПЕРГО

Тропинкой орешника и ольхи уже пятнадцатый раз за день путешествовал Вояка с буквым орешком в зубах; он прыгал с ветки на ветку, наострив уши, зорко глядя по сторонам, и то подбирал пушистый хвост, будто шейф, то распускал его пышным султаном и вскидывал над головой, словно изящный летний зонтик.

Под ним гнулись и вновь выпрямлялись гибкие ветки, хлестали по росе и папоротникам, и он, искусный прыгун и неутомимый жонглер, подброшенный ими, как пружиной, вмиг отталкивался, ниская в ход взрывную силу мускулистых задних лапок, и взлетал еще выше, еще дальше, словно дыхание кустарника, словно мяч, которым перебрасываются дети лесных духов, — веселая живая игрушка.

Все мышцы его напрягались, маленькое тело трепетало, он прыгал высоко-высоко, потом скатывался кубарем чуть не до самой земли, и казалось, он — продолжение несчетных задетых им на лету ветвей, он мелькает в каждом просвете, где сквозь листву пробивается солнце, он всплывает в волнах зелени — веселая щепочка на отливе погожего дня.

Он возвращался с опушки родного леса, где осматривал буки и орешник в поисках подходящих припасов на зиму: орехи здесь поспевали раньше, чем вблизи его жилища.

Пришла пора запастись провизией. Теперь белкам уже недосуг все дни напролет резвиться в вершинах дубов и елей, без конца гоняться друг за дружкой, играть в прятки среди ветвей, кувыркаться напропалую, выделывать самые дерзкие салты, лишь чудом сохраняя равновесие. Настало время собирать урожай — ведь скоро плоды начнут подгнивать и падать, скоро зима, пойдут холода, дожди, снег, и надо будет отсиживаться в каком-нибудь убежище на земле или над землей. Зимним жилищем станет Вояке либо расщелина в скале, старательно прибранная, заботливо выстланная мхом и сухими листьями, разделенная

на равные части, на кладовые, где сложены и рассортированы его припасы; либо вместительный шар из сучьев, проложенных плотным слоем листьев и длинного мха, прошитый для прочности стеблями трав, которые топорщатся щетиной во все стороны: маленькая крепость, надежно укрытая в развилке меж ветвей могучего, неприступного дерева, лучше всего еля.

Туда он и возвращался после каждого похода с орешком в полукрытой маленькой пасти, из которой торчали двойняшки-лезвия резцов; он нес то крупное, желтое, гладкое ядро лесного ореха, то тяжелый, налитый буквой орешек, вынутый из лопнувшей треугольной чашечки со всей бережностью, на какую способен зверек с безошибочным чутьем и надежным опытом.

И сразу, все такой же веселый, неутомимый, он снова легкими скачками пускался в путь, только сначала аккуратно пристраивал добычу в кладовой: зимою он укроется в своем жилище и пошемочку станет поедать эти припасы, а инокемичную шелуху, от которой одна помеха, будет выбрасывать либо через узкую боковую отдушину, либо из главного входного отверстия — его можно открыть изнутри, а потом вновь прочно заделать и прокопировать мхом.

Так Вояка поступал в прошлом году и так будет поступать год за годом, а все жаркое лето он оставляет вход в свое жилище открытым настежь, чтобы оно получше проветрилось после долгой душной зимовки и осенью в нем снова была чистота и свежесть.

Лето он провел в своем полевом домике — в гнездышке из мха, которое по весне надо всякий раз подправлять: эта зеленая беседка, подвешенная меж ветвей дуба, служила Вояке приютом в пору любви.

Но едва бельчата подросли, вышли из-под подильского крона и рассеялись по лесу, Вояка возвратился к прежней жизни. Теперь он опять был сам по себе; веселый, беззаботный, он кормился недолговечными плодами, что изо дня в день дарил ему лес, иной раз забирался на соседние лужайки и до отвала наедался дикой вишней, которую ведь впрямь не запасешь, а изредка даже,

Рассказ будет опубликован в сборнике «Французская новелла XX века» (издательство «Художественная литература»).



как настоящий кровожадный хищник, загрызал в гнезде или просто среди ветвей застигнутую врасплох пичугу.

А чаще всего, радуясь жизни и погожему дню, он перелетал с ветки на ветку, рыжий комочек, будто подхваченный ветром; чуть дрогнет дерево, на котором он было примостился, и он неудержимо брызнет прочь, будто большая яркая искра, будто огонек фейерверка, что вспыхнул под солнечными лучами в зеркальных озерах листвы.

Он кормился там, где жил, и чаще всего в одном и том же месте, под елями, что высились темным островком в море леса, — здесь он встречался с веселыми друзьями.

Они избегали по огромным стволам, прямым, без единой ветки почти доверху, — казалось, сама природа воздвигла эти матчи для нескончаемого праздника, открытого одним лишь обитателям леса, и на макушках среди ветвей гроздьями развесила призы победителям в состязаниях на храбрость и ловкость: шишки, тяжелые от семечек, до которых так лакомы белки. И зверьки то по очереди карабкались по стволу, то с пронзительными криками мчались наперегонки. На этих отвесных колоннах, на головокруговетельной высоте они чувствовали себя свободней, чем на земле: по ней они передвигались неуклюже, их длинные когти застревали в рыхлой почве.

Едва до белого доносился зов птицы или какого-нибудь зверька, они настораживались, повернув мордочку к ветру, чутко прислушивались и тотчас же спешили на голос, чтобы повстречать сойку Жако или сороку Марго, поразвлечься их болтовней, их играми, ласками или ссорами. Чаще всего белки приставались где-нибудь в развилках ветвей и смотрели на всех сверху, сами почти невидимые: выглядывает одна только голова, да пушистый хвост распластан по спине или машет версолом, то вправо, то влево, чтобы обмануть врага — ведь всегда надо опасаться нежданного нападения.

В этот день Вояка вышел из лесу; он пробежал по опушке, по большому замшелому, потемневшему и высохшему на ветру камням, что огораживали ее как стеной, бежал и спугивал ящериц — они грелись тут на солнце, но спешали юркнуть в свои убежища, стояло им завидеть в воздухе хвост торчком, выпнутую спину и голову, опущенную так низко, словно Вояка удирал от заслуженного наказания.

Он побывал в бухах и орешнике, выбрал подходящий орешек и возвращался в лес верхами, по ветвям — воздушной дорожкой, самой привычной и удобной.

Тропинка начиналась как бы тенистой аркой, под стрельчатый свод ее врывался пламенный сноп солнечных лучей, а ее верхушку — мост, переброшенный между темными упорами двух исполнившихся стволов, — окаймлял дрожавшее перла яркого света. По утоптанной, плотно убитой, как

гумно, земле потоком свежести струился ветер и шелестел листвою вдоль тропы; могучие корневища, обнаженные шагами людей, выступали из земли на пересекали тропинку, словно громадные змеи: узлы и наросты вздувались странными бородавками, головы и хвосты скрывались в мрачном переплетении колючих кустов, гнилых сучьев и опавших листьев. Изредка среди обломанных веток копошилась крыса, в злобешем, ядовитом хаосе что-то подрагивало, шуршало, оттого что вскинулась острая морда или выливал длинный хвост; и еще явственней чудилось, будто в этой путанице узловатых тел таится недоброе подобие жизни.

Орешник и ольха росли здесь не так густо, но все же уцелели и образовали что-то вроде неплотного, с просветами, забора, — он ограждал тропу тонкой, хрупкой, колышущейся цепочкой, кое-где ее звенья рассекла острым жалом коса, а местами обрывала, внезапно и мощно взметнувшись поперек, низко растущая ветвь бука или граба.

Солнце ласкало вершины деревьев и, словно нескромный друг, прокрадывалось в глубь высоких зарослей, стараясь проникнуть в их семейные секреты — там и сям оно пускало, как стрелы, пыланные лучи, и они пробивались меж ближних, не столь густо покрытых листвою веток и распластывались на земле или вновь от нее отражались; но порою какой-нибудь дуб-исполиня, один из тех ветеранов, что в ответе за судьбы леса, вскидывал могучую косматую ветвь, будто высматывал под самое небо часового, и целомудренной ладонью заслонял сверху от нескромных взоров нечаянную наготу, заботливо охраняя сокровенные лесные тайны.

Вояка чутко ловил каждый звук, радовался солнечному лучу, полету пахли, жужжанью мошки; порой он замирал на кончике расклевывшей ветви, приветствовал простор, бросал вызов пустоте — и вновь изумительный, неправдоподобный скачок, мгновенная, как взрыв, разрядка мускулов — зверек взлетает много выше того места, куда метит, хвост вытянут во всю длину, лапки выставлены вперед, когти наготове, словно крепкие, надежные крюки, и он легко, изящно опускается точно в цель, притягивая пружинящие ветки.

Когда он отправлялся в путь, на тропинке все было тихо, а теперь тишина оживала; у подножия огромного дуба вдруг засвистал дрозд.

Дрозд в неизменном безупречном фраке — строгий распорядитель на весенних концертах, но что понадобилось ему в такой неурочный час? Обычно он свистит на заре или в вечерних сумерках, размеренным щелканьем передает другим птицам пароль и отзывается на ночь. Странно, почему он подал голос не вовремя! Надо взглянуть, в чем де-

ло, и Вояка затормозился. Он низко опустил голову, точно пострел-малышечка, что прикинулся скромником, и порывисто наклонился то вправо, то влево, вперед, вбок, выматывая за шелковой завесой листья, меж бесчисленных зеленых складок, свистуна в желтых сапожках, который окликал своих собратьев.

Вот Вояка примостился пониже на гибкой ветви, живо наклонился, зорким глазом оглядел пустоту — как странно, ничего не видеть, ничего больше не слышно! И вдруг под дерево, на котором он сидел, кинулся огромный рыжий пес: задрал морду, аистно лает, шумно приножливается... Испуганный его внезапным появлением и громкими воплями, Вояка обезумевшей молнией метнулся в сторону, и в тот же миг раздался грубый человеческий голос, и мирное море листьев, чуть колеблемое утреним ветерком, встревожило оглушительный грохот.

И тут Вояка ощутил: вокруг со свистом что-то пронеслось, как будто собака напустила на него стаю разозленных шершей и они мгновенным шквалом промчались мимо.

Кисточки на ушах Вояки взъерошились, хвост задрался на спину; от гнева и страха он защекал зубами и помчался стрелой, во весь дух перескакивал с ветки на ветку, штопором вился по стволам, перелезал все дальше, выше, вверх, вниз, вбок, удирал сломя голову, неправдоподобными прыжками: он сбивал со следа врага, который так напугал его громким лаем и грозился настичь опасным свистом... Ведь Вояка видел только пса и, вполне естественно и логично, ему одному приписал и гром выстрела и свист хлестнувшего в листе свинца.

Окольным путем он ловко пробрался к своему жилищу из мха, выложил там орех (он ухитрился не выронить свою ношу) и тотчас же скользнул на вершину соседнего дерева; здесь он укрылся в ветвях и стал внимательно всматриваться — что там творится внизу, и вслушиваться в собачий лай, а лай все удалялся, и рассерженный, перетруснивший Вояка понемногу успокоился.

Как умудрился тяжеловесный зверь, который угрожал Вояке с землѣ, пустить ему вдогонку эту свистящую стаю? От нее пришлось удирать во всю мочь, со страха вся шерсть встала дыбом.

Но больше ничто не тревожило лесную тишину, и Вояка опять отправился на промысел. Он скакал все той же привычной дорогой, и его стремительные, дерзкие прыжки словно разбивали стеклянный купол зелени, и солнце подглядывало в щелки, что приоткрывал ему на миг маленький сообщник.

Несколько дней прошло в мирных и радостных трудах — Вояка собирал добрую лесную жатву.

И опять он возвращался той же дорожкой, на сей раз в зубах он держал лесной орех и собирался уложить его в отделение кладовой, отведенное именно под это лакомство. Как вдруг что-то сухо щелкнуло, раздался еще какой-то гортанный звук — и Вояка от неожиданности мигом взлетел по

стволу огромного дерева, под которым лежал его путь.

Он вскарабкался на нижние ветки, почуствовал себя в безопасности — обычные враги здесь его не настигнут, — остановился и посмотрел вниз. Там стоял чужак на двух лапах и внимательно его разглядывал. Вояка тотчас метнулся прочь, обогнул ствол граба, на котором очутился, и, в свой черед, стал разглядывать человека — при первом же угрожающем движении этого странного существа с разноцветной шкуркой он пустился наутек, только его и видел! Ушел же он несколько дней назад от того горластого зверя!

Но человек не кричал, как собака, не кидался угрожающе на дерево, значит, он был неопасный; пожалуй, только чуть забавный, тем более, что почти сразу он как будто съежился и стал ниже ростом.

С каждой минутой он словно все меньше угрожал, казалось, от встречи с Воякой он даже перетрусил. Изумленный Вояка не сводил с него глаз.

Тогда двуногий медленно поднес к плечу длинную трубку и уронил на нее голову, голова легла точно неживая, и он начал медленно, постепенно поднимать эту трубку к Вояке, а тот, нисколько не встревоженный, смотрел на него и не шелохнулся.

Скоро трубка застыла неподвижно — и Вояка очутился лицом к лицу с черной дыркой, которая смотрела на него в упор, и с круглым глазом человека, пристыженного к своему оружию, зтог глаз тоже глядел на белку в упор, и Вояке стало не по себе, словно что-то заныло и странно дрогнуло глубоко внутри.

Он хотел бежать — и не видел опасности. Он не понимал, что с ним творится, тоскливо ему стало, что-то он чуял грозное, и все же не мог оторваться от странного зрелища, не мог отвести глаз, будто его заворачивала эта круглая черная дырка, ее немигающий взгляд.

Все пристальней он смотрел, все тревожней высовывал вперед голову, притянутый бездной этого пустого взгляда и горящим человеческим глазом, который словно придавлив его.

Где вы, полные кладовые, где вы, желтые лесные орехи, налитое зерно буковых орешков, мирные земные дни в уютном тепле, в спокойном, надежном жилище высоко над землей!

Вояка чувствует — голова его отяжелела и ничего не соображает. Надо бежать, бежать! Вот сейчас он стряхнет колдовство, шевельнется, кинется прочь. Поздно! Из пустого глаза рванулась огромная красная молния, безмерное, безумное удивление пронзило маленькую лобастую голову, хлестнуло по горячему сердцу под белой шерсткой на груди злобастого зверька. Он подпрыгнул и кубарем скатился наземь, все еще сжимая в зубах круглое желтое ядро ореха — маленькие челюсти стиснули эту добычу еще крепче, сведенные последним, всепоглощающим изумлением смерти.

Перевела с французского Нора ГАЛЬ.



● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

## МОРЖИ НА ОСТРОВЕ ВРАНГЕЛЯ

А. КИБАЛЬЧИЧ.

**АРКТИКА.** Далекая, суровая и холодная пирина нашей Родины. Многие пытались покорить ее просторы, и имена многих увековечены в названиях проливов, морей, островов. Один из самых крупных островов назван в честь известного русского полярного исследователя Фердинанда Петровича Врангеля.

Этот остров известен как «родильный дом» белых медведей, но не менее интересны его моржовые лежбища. Самое большое из них — Блоссомное, расположенное в западной части острова.

Отдельные моржи появляются около острова уже в апреле месяце, когда вся суша еще покрыта льдами.

С каждым весенним днем число зверей увеличивается. А в конце июля на громадных льдинах вблизи острова встречаются залежи до двухсот — трехсот клыкастых животных. Моржин много и ирепно спят. Моторная лодка в это время может подойти на 40—50 метров, и только после этого поднимаются головы с маленькими, любопытными глазами. На веслах звери подпускают вплотную, и тогда можно услышать разноголосый хрюп. Звери лежат в самых непринужденных позах: один спит, лежа на спине, подняв и небу клыки и трогательно сложив передние лапы на груди, другой устроился на толстой спине соседа, третий полуплывает, уцепившись клыками за льдину, — ему не хватило места.

Но вдруг мирный сон нарушен — соседи не лапали друг с другом. Высоко поднявшись на передних лапах, полоторатонные

звери стараются нанести илыками удар в шею. Диружающие подбадривают сражающихся ревом. Побеждает тот, у кого длиннее и выше подняты илыки. Слабый силонет голову на лед. Победитель еще некоторое время, торжествуя, стоит на передних лапах, а затем укладывается рядом. И вот уже соседи опять мирно спят.

Долго плавают моржи на льдах, но вот солкце и ветер разрушают лед. Море становится чистым, начинает штормить. Звери устают плавать, а льды далеко. Только берег сулит отдых. Трудно бороться с морем, но ниито не решается первым выйти на берег.

Наионец, полоторатонный самец, шея и грудь которого, как орденами, унаражена розовыми шишками — следами схваток, подхваченный океанской волной, оперся лапами о прибрежную гальку. И сразу многотысячное стадо с ревом двинулось на зовущую твердь. Звери выходят, падают и тут же засыпают, убаюканные морем. Задние напирают, подбадривают илыками, приходится вставать и ползти дальше, неукомлюе опираться на живот. А моржи все подходят и подходят — все море вплоть до горизонта покрыто их головами.

Карпузы-моржата, каждый весом в добрые полтора центнера, подвеззнают, крепко держась лапами за своих мам. А вот подошел «клан» особенно илыкастых «живых торпед», у некоторых самцов илыки достигают метровой длины. С таким оружием можно постоять за свою честь и отвоевать место на лежбище. Но вдруг исполины кинулись назад в воду там, что закипел океан. Это чайка-бургомистр спинировала вниз. Моржи панически боятся всего летящего. Особенно страшная картина остается после самолетов, пролетающих над лежбищем. Звери, обезумев, кидаются и морю, с ожесточением пробивают себе илыками дорогу, лезут друг на друга, давят малышей и слабых. Любопытство человека стоит дорого.

103 тысячи — столько моржей насчитали ученые в наших водах, и большая их часть, так называемая Врангелевская миграционная группа, выходит на лежбища о. Врангеля. Сохранить эти места отдыха — значит решить еще один вопрос охраны природы.

Всего пятнадцать — двадцать дней стоит гул над лежбищем, затем моржи опускаются в океан и уходят на восток, поближе к плавающим льдам.

### ЗУБОХОДЯЩИЕ ЖИВОТНЫЕ

Моржи — самые крупные ластоногие животные, обитающие в Северном Ледовитом океане. Длина старых

самцов может достигать шести метров, вес — до двух тонн.

Большую часть своей жизни моржи проводят на плавающих льдах. Звери хорошо ныряют и плавают. Под водой моржи могут находиться очень долго — до пятнадцати минут.

Особое значение в жизни этих животных имеют клыки, недаром научное (латин-

ское) название моржей переводится как «зубоходящие». Морж, потерявший илыки в драке или сломавший их, погибает.

С помощью илыков звери вспарывают морское дно, доставая моллюсков и ракообразных — излюбленную пищу. Клыками моржи цепляются за льдину и, подтягиваясь, поднимаются на нее.

НАУКА И ЖИЗНЬ

БЮРО СПРАВОК

# ПЕРВОБЫТНЫЕ ЮВЕЛИРЫ

Кандидат исторических наук  
А. ВИНОГРАДОВ.

## ПЕРВЫЕ ЮВЕЛИРНЫЕ МАСТЕРСКИЕ

В 1947 году на западных окраинах Каракумов, у мыса Куба-Сенгир, в небольшом естественном углублении в скале археологи обнаружили около тысячи бус и заготовок для них. Материал использовался местный: створки каспийских раковин *Didaspa*. Разнообразные бусы лежали рядами, словно напизанные на невидимую нить, и здесь же — заготовки: просверленные или необработанные раковины. Мастерская отнеслась к эпохе неолита.

Подобные мастерские известны и в других местах. Недавно в Кызылкумах, в районе соленых Лявляканских озер, работала Хорезмская археологическая экспедиция. Находки, несколько неожиданные в этих суровых, безводных местах, следовали одна за другой. Оказалось, берега озер, ныне совершенно безжизненные, несколько тысячелетий назад были густо заселены. На приозерных стоянках археологи нашли обломки лепной гонимой посуды и кремневые орудия — скребки, скобели, проколки, наконечники стрел. Из украшений чаще всего

Древнейшие способы сверления: одиоручный, двуручный и лучковый. Первые два способа были известны в палеолите, последний был изобретен в неолитическое время.



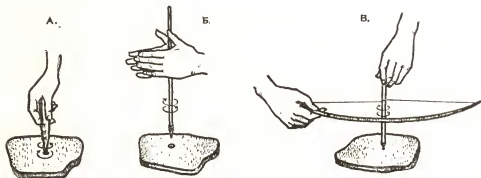
Бусы из ювелирной мастерской раннего неолита у мыса Куба-Сенгир.

попадались мелкие бирюзовые бусы. Иногда вместе с ними находили миниатюрные кремневые орудья-микросверла: одно, несколько и несколько десятков.

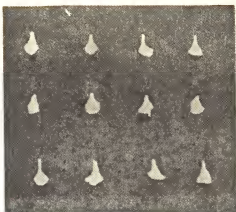
Необычны были находки на стоянке Лявлякан 59. Здесь почти не встречались керамические изделия и характерные для стоянок кремневые орудия. Зато часто попадались кусочки бирюзы, а песчаное дно и склон небольшой котловины были усыяны мельчайшими, до десяти миллиметров, кремневыми обломками. Большинство из них было крохотными сверлами, остальные — заготовки для сверл и их отходы. По ряду признаков лавляканскую мастерскую можно датировать III тысячелетием до н. э., то есть концом неолита.

Лавляканские ювелиры, по-видимому, использовали для работы лучковый сверляющий прибор. Стержень с зажатом на конце сверлом вращался с помощью перехлестнутой вокруг него тетивы.

Миниатюрные и хрупкие сверла часто ломались. Чтобы заменить сломанное сверло новым, не требовалось много времени. Для этого и служили заготовленные впрок сотни инструментов, найденных в мастерской.



Кремневые и кварцевые сверла из ювелирной мастерской III тысячелетия до н. э. Лялякам 59 (внутренние Кызылкумы). Ниже показаны прорисовки двух сверл (первого и третьего справа в нижнем ряду).



Судя по размерам мастерской, продукция ее была значительной. Следует учесть также производство бус в «домашних условиях» на многих стоянках. Однако практически все изделия ляляканских ювелиров оседали на месте.

В Кызылкумах изучены сейчас три большие группы неолитических памятников. Они отражают районы расселения трех племен (или групп племен). Памятники первой группы располагаются в правобережной части низовьев Амударьи. Вторая группа — уже известные нам памятники Ляляканских озер. Третья, южная, была связана с древними руслами нижнего Зеравшана — Махандарьей, Эчкиликсаем, Дарьясаям. Эти районы отделены друг от друга малоосвоенными в эпоху неолита территориями, которые все же не были непреодолимой преградой для постоянных контактов между тремя родственными группами населения. Контакты поддерживались, однако это почти совсем не коснулось украшений.

Жители низовий Амударьи — кельтеминарцы — предпочитали украшения из раковин *Dentalium* и *Clamis*. Обе раковины местные. Тонкостенные цилиндрики раковин *денталии* длиной в 1—1,5 см, в сущности, почти готовые бусы. Надо лишь выровнять и заполировать их края. Раковина *клямис* более вычурной формы, она напоминает развернутый веер: треугольная, плоская, с хорошо выраженной гофрировкой, линии которой сходятся в одном из углов, где и сверлялось отверстие.

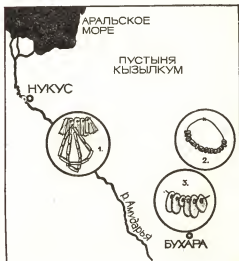
На Лялякане господствовали бусы и подвески из бирюзы. Они же характерны и для другого района внутренних Кызылкумов — Беш-Булака.

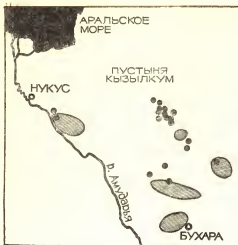
Своеобразны украшения неолитических племен староречий Зеравшана. Здесь предпочитали бусы и подвески из галек. Выбирали небольшие плоские галечки и сверляли отверстие, обычно у края, реже в центре. Иногда из камня делали специальную заготовку, и подвеске могли придать ромбическую или треугольную форму.

По украшениям легко отличить кельтеминарца от ляляканца, а последнего — от неолитического человека с низовьев Зеравшана.

Каждая из трех известных сейчас групп неолитического населения Кызылкумов носила свои украшения. Кельтеминарцы, жившие по берегам протонов древней Анхадарьинской дельты Амударьи, предпочитали бусы и подвески из раковин (1). Мелкими бирюзовыми бусами украшали себя неолитические люди внутренних Кызылкумов, стоянии которых найдены по берегам Ляляканских озер и в районе Бешбулака (2). Обитатели низовьев Зеравшана делали крупные подвески из овальных галек (3).

Проследить закономерность — только половина дела. Надо ее объяснить. Первое и наиболее логичное из объяснений: мастера-ювелиры зависели от местного сырья. Дальнейшие разыскания показали, что это объяснение неверно. Плоские гальки, из которых сделаны зеравшанские подвески, можно найти практически во всех районах Кызылкумов. Обнажения палеогеновых осадков, из которых происходят приглянувшиеся кельтеминарцам *денталии*, свойственны всем трем районам. Единичные провозки-денталии со стоянок Лялякана и Нижнего Зеравшана, безусловно, местного происхождения. Наиболее сложным оказался вопрос об использовании бирюзы.





Древние бирюзовые разработки и районы расселения неолитического человека в Кызылкумах. Основное скопление месторождений и разработок бирюзы (на схеме обозначены черными кружками) находится в горах Бунантау. Штриховкой выделены места расселения племен.

### БИРЮЗА КЫЗЫЛУКОВ

В Кызылкумах известно сейчас около двадцати месторождений бирюзы, и все они разрабатывались в древности. Древние бирюзовые копи сильно различаются по масштабам произведенных работ. На одних — мелкие круглые «копуши», на других — огромные корытообразные карьеры или наклонные шахты. Предварительные подсчеты показали: объем вынудой породы колеблется в разных районах от нескольких десятков до 1—1,5 млн. м<sup>3</sup>. Добытая здесь подолочная бирюза исчисляется, вероятно, десятками тонн.

Древние горные выработки датируются, как правило, по обнаруженным археологическим находкам. Собрания в Кызылкумах коллекция очень сдержанно отвечает на вопрос о дате. Факт добычи бирюзы в неолите твердо устанавливается материалами из мастерских и стоянок Лявлякана и Бешбулака. Анализы показывают идентичность находок стоянок Лявлякана и образцов из отвалов древних выработок.

Как расположены разработки бирюзы относительно трех районов расселения неолитического человека? Могли ли воспользоваться запасами «голубого камня» кельтеминарцы, любители раковинных ожерелий, и зерашанцы, украшавшие себя подвесками из галек? Да, могли. Если бы захотели. В горах Султануиздаг, у подножия которых жили кельтеминарцы, имеются два месторождения бирюзы и связанные с ними древние выработки. Столь же близко выработки бирюзы и от мест обитания зерашанцев.

Оказывается, дело не в сырье. В чем же тогда? Некоторый свет на это проливают более поздние находки. Установлено, что

наиболее интенсивная добыча бирюзы падает на средневековые, X—XIV века. Казалось бы, в памятниках этого времени украшения из бирюзы должны встречаться в большом количестве. Мы, к сожалению, располагаем данными только по низовьям Амударьи (Хорезм). В эпоху бронзы, во II тысячелетии до н. э., бирюзу, как и раньше, здесь не употребляли. Лишь в античное время (VII—II вв. до н. э.) бирюзовые подделки получают довольно широкое распространение, хотя и не господствуют. Но это практически последние находки бирюзы в Хорезме. Лишь в XVIII—XX веках бирюза изредка употреблялась в качестве вставок в серебряные женские украшения. Мелкие обломки ее собирали, очевидно, в отвалах старых выработок.

Все эти обстоятельства снова ставят перед археологами несколько вопросов. Один из них: куда шли десятки тонн бирюзы, добытые в Кызылкумах (и в Хорезме в том числе) в средние века? Вопрос непростой, если учесть, что бирюза добывалась и в горных районах Средней Азии и поставлялась в Среднюю Азию извне, из знаменитых Нишапурских месторождений Ирана. Некоторые исследователи считали прежде, что вся или почти вся «археологическая» и «этнографическая» бирюза Средней Азии — иранский импорт.

Ташкентские ученые, исследовав недавно серию образцов бирюзы из кызылкумских месторождений и некоторых археологических памятников, установили, что бирюза из Кызылкумов распространялась в античное время и позднее за многие сотни километров. Ее нашли на Афраснабе, городище древнего Самарканда, в Кучук-тепе, на юге Узбекистана, на городище старого Мерва в Туркмении.

Почему, имея «под боком» запасы бирюзы, население некоторых районов предпочитало для украшений иные сорта подолочного камня, порой значительно менее эффективные? Этнографы установили, что население отдельных районов Средней Азии теперь (или в недавнем прошлом) также отдает предпочтение тому или другому из самоцветов. Что это — различие во вкусах, мода? Конечно, нет. Это сила традиции, уходящей корнями в отдаленное прошлое и связанной с происхождением той или иной из групп населения и особенностями ее этногенеза. Одно из подтверждений этому — сложная символика некоторых самоцветов, связанные с ними поверья, не находящие порой объяснений в современном этнографическом материале.

Преимущественное (реже — исключительное) использование определенного вида украшений и в эпоху неолита, и в средние века, и в XVII—XIX веках — явления одного порядка. Можно утверждать, что вкус к бирюзе, сердолику или другому из камней сложился первоначально в связи с наличием его природных запасов на территории обитания и лишь со временем стал традицией. Традиция была стойкой, так как вкус к определенному украшению являлся составной частью сложной системы первобытных религиозных верований.





## ЖИВОТНОЕ — ЗООПАРК

А. АЗИМОВ.

В 1880 году в Англию из Австралии привезли чучело какого-то странного животного. Не так давно открытый материк уже был известен как источник невиданных ранее растений и животных, но это животное выглядело как-то уж совсем нелепо. Оно было примерно двух футов в длину и покрыто густой шерстью. Голова его оканчивалась плоским клювом, на лапах — перепонки, хвост плоский и широкий, на каждой голени — по шпоре, явно предназначенной для выделения яда. И что самое удивительное, под хвостом было только одно отверстие.

Зоологи разглядывали это создание с недоверием: водосной покров, как у млекопитающих, клюв, как у водоплавающей птицы, шпоры выделяют яд вроде змеиного. И единственное выводное отверстие сзади, как у животных, откладывающих яйца.

Разразился взрыв негодования. Конечно же, это просто мистификация! Какой-то злой шутник в Австралии сшил части разных живот-

ных, чтобы одурачить доверчивых английских зоологов.

Однако никаких швов или других признаков того, что животное составлено из кусков, не было и в помине. Может быть, это все-таки не мистификация? Тогда что же это за зверь? Млекопитающее с признаками рептилии или рептилия с признаками млекопитающего, а может быть, еще и птицы?

Не скоро зоологи решились признать, что животное это самое настоящее при всех его обескураживающих с точки зрения зоологических представлений свойствах. Из Австралии приходило все больше достоверных сведений от людей, которым удалось увидеть это существо живым.

Время от времени поступали отдельные экземпляры утконосов. Некоторые были в достаточно хорошем состоянии, так что можно было изучать внутреннее строение животного. Выяснилось, что сердце у утконоса в точности такое, как у всех млекопитающих, и

не похоже на сердце рептилий. По строению же полового аппарата он скорее напоминал птиц и рептилий. Видимо, утконос и в самом деле откладывает яйца.

Но яйца утконоса были обнаружены только в 1884 году. Это была потрясающая находка. Зоолог Колдуэлл, нашедший их, послал коллегам извощивающую телеграмму, в которой сообщал о своем открытии.

Однако лишь в XX веке науке удалось поближе познакомиться с жизнью утконоса. Это водное животное обитает в пресных водоемах с самой различной температурой — от тропических рек (на уровне моря) до холодных озер (в горах, на высоте около двух километров). Утконос прекрасно приспособлен к водному образу жизни благодаря плотному меху, плоскому хвосту и перепончатым лапам. Его клюв лишь внешне напоминает утиный: расположение позвонков да и строение клюва у него иное. Однако поскольку функции клюва в обоих случаях одинаковы, то и форма его оказалась сходной — здесь проявлялось действие естественного отбора.

Утконосы всегда живут в водоемах с илистым дном. В иле, процеживая его, как через сито, через роговые пластинки клюва, они находят пищу — креветок, головастиков, червей и других мелких животных.

В период размножения самка строит нору, выстилает ее травой и тщательно закрывает. Там она откладывает два яйца диаметром около двух сантиметров. Яйца покрыты полупрозрачной роговой скорлупой. Поместив их между хвостом и брюхом, мама-утконос свертывается вокруг них клубком. Через две недели вылупляются малышки утконосы. Они напоминают птиц гораздо меньше, чем взрослые утконосы: клюв у них совсем коротенький, а кроме того, у них есть зу-

бы. Питаются они молоком. Сосков у самок нет — молоко считается прямо из отверстий, открывающихся на животе, и детеныши его слизывают. По мере роста клюв у малышей увеличивается, а зубы выпадают.

Несмотря на то, что ученые довольно много узнали об утконосе, они никак не могли определить его место в системе животного мира. Решающим фактором в конце концов было признание наличия волосяного покрова и вскармливание детенышей молоком. Во всем животном мире только млекопитающие имеют настоящий волосяной покров и могут вырабатывать настоящее молоко. А так как и утконос и ехидна этими свойствами обладают, то их и отнесли к млекопитающим. Но решение это компромиссное — оба животных сильно выделяются среди всех млекопитающих.

Все млекопитающие делятся на два подкласса. К первому подклассу — протозверей — относятся утконос и пять видов ехидн; ко второму — настоящих зверей — принадлежат все остальные виды (их около 4 300). Так все это выглядит, если принимать во внимание лишь ныне живущие виды млекопитающих. Но предположим, что нам удалось бы так же хорошо изучить и вымершие виды, — помогло ли бы это решить вопрос о месте утконоса в системе?

Ископаемые остатки млекопитающих и рептилий, живших в далеком прошлом, дошли до нас почти исключительно в виде костей и зубов. Можно ли только по костям и зубам выяснить, является ли вымершее животное млекопитающим или пресмыкающимся?

Конечности всех ныне живущих рептилий построены так, что та их часть, которая расположена над коленным суставом, ориентирована горизонтально (естественно, в случае, когда конечности вообще есть), у млекопитающих же конечности направлены вертикально. Зубы у рептилий более или менее одинаковы

по форме, тогда как у млекопитающих они сильно различаются: спереди располагаются острые резцы, сзади — коренные с плоской жевательной поверхностью, а между ними предкоренные и конусообразные клыки.

Известна группа вымерших животных — терапсиды, у которых кости конечностей расположены вертикально, а зубы разнообразны, как у млекопитающих, и все-таки их считают рептилиями. Оказывается, следует принимать во внимание не только особенности скелета конечностей, но и еще один признак — строение нижней челюсти. У ныне живущих млекопитающих нижняя челюсть состоит из одной кости, у рептилий — из нескольких. А поскольку нижняя челюсть терапсид состоит из семи костей, то их и относят к рептилиям, а не к млекопитающим. И все-таки в нижней челюсти терапсид центральная кость гораздо крупнее остальных шести костей, отнесенных к задним углам челюсти.

Признавая терапсид рептилиями, ученые понимают, что эти животные довольно далеко продвинулись на пути к млекопитающим. Но насколько далеко? Имели ли они, например, шерсть? И можно ли это сейчас выяснить только с помощью костей? Давайте посмотрим...

Волосяной покров — это приспособление для теплоизоляции. Температура тела рептилий близка к температуре окружающей среды. Поэтому их могут не беспокоить потери тепла, и шерсть им не нужна.

Млекопитающие же сохраняют температуру тела, близкую к тридцати семи градусам Цельсия, независимо от температуры окружающей среды; они теплокровные существа. Это дает им огромные преимущества: они остаются активными и в холодную погоду, в то время как рептилии в этих условиях вялы и малоподвижны. Но, чтобы сохранять свою высокую температуру, млекопитающим нужна теплоизолирующая шерсть. (У птиц, которые также тепло-

кровны, для уменьшения потери тепла служат перья.)

Но как узнать по костям, было ли животное теплокровным? Оказывается, это можно понять по строению черепа. Ноздри рептилий открываются в ротовую полость сразу позади зубов. Это означает, что животное может дышать только тогда, когда рот у него закрыт и ничем не наполнен. Когда оно кусает или жует, дыхание прекращается. Для рептилий это же так уж важно; ведь они могут обходиться без кислорода довольно длительное время.

Млекопитающим же кислород необходим постоянно. С его участием в тканях и органах происходят химические реакции, поддерживающие температуру тела на достаточно высоком уровне. Снабжение кислородом может быть прервано только на очень короткий промежуток времени. Поэтому у млекопитающих хорошо развито костное небо — крыша ротовой полости. При дыхании воздух проходит над ротовой полостью прямо в горло, что не позволяет дышать и во время еды. Дыхание прерывается только непосредственно во время глотания, но это — дело нескольких секунд.

У более поздних видов терапсид костное небо было. Это позволяет предположить, что они нуждались в непрерывном снабжении кислородом и были теплокровными. А если это так, то вполне вероятно, что у них имелись также и волосяной покров, хотя строение челюстных костей свидетельствует о том, что они все же были рептилиями.

Самая мысль о волосатых рептилиях кажется невероятной. Но это только потому, что в процессе эволюции исчезли все промежуточные формы. Известны лишь те терапсиды, которые приобрели все признаки млекопитающих, и мы имеем все основания отнести их к млекопитающим. Терапсиды, у которых были лишь отдельные признаки, свойственные млекопитающим, вымерли.

Куда же отнести утконоса и ехидну? Они имеют хо-

рошо развитый волосистой шокров и четырехкамерное сердце, способны вырабатывать молоко, их нижняя челюсть состоит из одной кости, по у них нет сосков, и они не способны рожать живых детенышей.

Недавно получены новые данные, свидетельствующие о близости утконоса к рептилиям. Американский зоолог Дж. Мак-Интайр занялся изучением тройничного нерва, идущего от челюстных мышц к мозгу. У всех без исключения рептилий тройничный нерв входит в череп в промежутке между двумя черепными костями.

У всех обычных млекопитающих в одной из черепных костей есть особое отверстие для этого нерва.

Как же проходит тройничный нерв у утконоса? Раньше считали, что утконос в этом отношении не отличается от млекопитающих. Но путь тройничного нерва изучали на взрослых утконосах, у которых черепные кости срастаются, так что границы между ними отыскать очень трудно. У молодых же утконосов швы между костями черепа хорошо видны; на них-то Мак-Интайр и показал, что тройничный нерв проходит как

раз между двумя костями. Это новый довод в пользу того, что утконос ближе к рептилиям, и, как полагает Мак-Интайр, утконос не млекопитающее, а уцелевший потомок давно вымерших терапсид.

Итак, 170 лет прошло с тех пор, как зоологи начали распутывать этот странный клубок признаков, названный утконосом, и все еще спорят о том, кто он: млекопитающее, рептилия, терапсида или просто утконос?

Перевод с английского  
Е. КАЗАКЕВИЧ.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

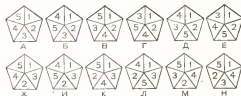
Тренировка сообразительности  
и умения мыслить логически

### КВИНТАМИНО

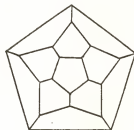
Д. Х. Конвей, известный читателям журнала «Наука и жизнь» по игре «Эволюция» (№ 8, 1971 г. и № 8, 1972 г.), придумал головоломку «квинтамино». Суть ее в следующем.

Правильный пятиугольник разделен на пять секторов. Эти пять секторов окрашены пятью красками. Существует 12 способов раскраски такого пятиугольника, отличающихся друг от друга (каждая цифра означает определенный цвет краски):

А 12345	Ж 13245
Б 12354	И 13254
В 12435	К 13425
Г 12453	Л 13524
Д 12534	М 14235
Е 12543	Н 14325



Иначе говоря, получается 12 различных квинтамино. Считаем, что они двусторонни, то есть покрашены насквозь, или, если хотите, склеены из 5 треугольников, каждый своего цвета. Спрашивается, можно ли из этих 12 квинтамино сложить правильный додекаэдр (у которого, как известно, 12 граней) таким образом, чтобы грани соприкасались одинаково окрашенными треугольными секторами? Для решения головоломки используйте плоскостную интерпретацию додекаэдра (рис. вверху).



Любителям мастерить предлагаем сделать головоломку «квинтамино» из плотной бумаги или тонкого картона и жести.

Перерисуйте развертку додекаэдра в нужном масштабе и вырежьте по контуру. К центру каждой из 12 граней приклейте клеём БФ-2 или ЭПО по небольшому магнетику. Теперь можно склеить модель.

Из жести сделайте 12 двусторонне окрашенных квинтамино того же размера, что и грани додекаэдра, или чуть меньше. Спрятанные внутри магнетики будут удерживать жестянки на поверхности модели.

Задача та же: закрыть 12 граней додекаэдра 12 квинтамино так, чтобы ребра его были образованы одинаково окрашенными треугольными секторами.



## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Альбом самоделок

## НАШ ДРУГ — БЕГ

Сейчас уже человек, бегущий трусцой по двору или аллеям парков, не вызывает недоуменных взглядов прохожих. Бег трусцой стал популярен. Многие медики считают: это одна из эффективных мер борьбы с «болезнью века» — сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Популярности бега трусцой, несомненно, способствовала книга «Бег ради жизни» журналиста Гарта Гильмора, который одним из первых рассказал о системе оздоровительного бега, разработанной новозеландским тренером Артуром Лидьяром (реферат этой книги был опубликован в журнале «Наука и жизнь» № 12, 1969 год).

Влияние оздоровительного бега на организм изучается у нас в стране во многих медицинских учреждениях, в частности во Всесоюзном научно-исследовательском институте физкультуры. Советскими учеными отработана дозировка беговой нагрузки. При этом учитывается возраст, состояние здоровья человека и его физическая подготовка.

Недавно в издательстве «Физкультура и спорт» вышла книга «Наш друг — бег», в которой обобщен опыт отечественной школы оздоровительного бега. Авторы этого сборника не только ученые и специалисты в области спортивной медицины, но и люди, далекие от науки, просто испытывавшие на себе целительные свойства бега трусцой.

...Бег для меня эликсир бодрости и здоровья, источник постоянной жизнерадостности. Я «вечный» спортсмен. Хотел бы, чтобы бег стал обязательным, даже главным видом физподготовки, начиная со школьной скамьи. Я лично считаю его самым полезным, доступным и важным видом спорта в укреплении и сохранении здоровья и повышении работоспособности.

**Рабочий Харьковского тракторного завода В. ЭСАУЛОВ.**

...Мне 75 лет. Я, конечно, не розовощекий молодец, но и не дряхлый старец. Просто здоровый человек со спортивной выправкой и жизнерадостностью юноши. Что же сохранило мне бодрость и жизнерадостность в мои преклонные годы? Спорт. Им я занимаюсь почти 60 лет. Моя «специализация» — бег на средние и длинные дистанции. По моему глубокому убеждению, бег — незаменимое средство для сохранения молодости...

**Н. ДИВАВИН, пенсионер. Москва.**

Да, бег целебен. Это вовсе не открытие, сделанное в наше время, когда недостаточность двигательной активности — гиподинамия — стала предметом серьезного беспокойства медиков во всем мире. Две с половиной тысячи лет назад в Элладе на огромной скале были высечены слова: «Если хочешь быть сильным — бегай, хочешь быть красивым — бегай, хочешь быть умным — бегай».

Как же влияет бег на организм? При беге функционируют все самые большие группы мышц нашего тела — мышцы ног, туловища и верхнего плечевого пояса. Основную нагрузку несут мышцы стопы. Интенсивный поток нервных импульсов, идущих от этих мышц, заставляет сердце и легкие бегуна работать с полной отдачей. Такая активность мышц способствует также энергичному кровообращению. Мышцы, быстро и сильно сокращаясь, усиливают венозный отток крови, что облегчает деятельность сердца и улучшает поступление крови по артериям к работающим мышцам. Это так называемый «мышечный насос». При ускоренном кровообращении лучше окисляются запасы жировых веществ в мышцах. Именно поэтому не образуются излишние жировые отложения, затрудняющие работу внутренних органов.

В Киевском медицинском институте более 16 лет изучается влияние бега на сердечно-сосудистую систему. Сначала длительные эксперименты велись на больших животных, перенесших инфаркт миокарда. Бег на специальной движущейся дорожке, тротуаре, показал, что если вначале животные могли бегать только 5 минут, то через 3—5 месяцев тренировки они преодолевали до 12 км ежедневно. В результате таких тренировок состояние сердечной мышцы у животных значительно улучшалось. В этом эксперименте ученых особенно интересовала работа правого желудочка сердца — «запасного» мотора сердца. Возникла мысль усилить работу правого желудочка сердца человека с помощью бега. Ведь, как известно, у человека правый желудочек выполняет меньшую работу, поэтому он и меньше развит. При пороках сердца он берет на себя большую нагрузку, увеличиваясь в размере. Аналогичные изменения правого желудочка происходят также у больных с атеросклеротическим и постинфарктным поражением мышцы сердца. В результате многолетних наблюдений установлено, что бег действительно постепенно увеличивает силу сердца, особенно правой его половины. Эффективнее всего неторопливый длительный бег в равном темпе.

У людей среднего и пожилого возраста различны функциональные возможности сердца. Некоторые с трудом передвигаются, другие легко пробегают 5—10 км. Именно поэтому решать вопрос о дистанции можно только с врачом-терапевтом и врачом — специалистом по физической культуре. Начинать бег нужно с 200 м, постепенно увеличивая дистанцию до 300—1 000 м.

Во время бега рекомендуется дышать через нос и рот одновременно. Особое зна-

чение в приспособлении горла и носоглотки к температурным перепадам имеют глотательные движения. Поэтому при выходе зимой на улицу полезно сделать несколько глотательных движений и легкий массаж горла (просто провести по горлу пальцами несколько раз сверху вниз).

Бег оказывает также положительные действия на нервную систему. У человека улучшается настроение. Он отвлекается от повседневных тревожных эмоций определенным действием. В центральной нервной системе образуются очаги возбуждения, подавляющие угнетенное, раздраженное состояние.

Особенно повышается психический тонус у пожилых и старых людей.

Накопленный уже опыт свидетельствует, что регулярные занятия бегом полезны при радикулите (не острой формы). Ведь, оберегая себя от движений, больные ослабляют амортизационные свойства позвоночника, что приводит к застою лимфы и кровообращения в тазу, осложняя заболевание.

Как же начинать занятия бегом тучным, неподготовленным людям? Первые дистанции — очень короткие, 50 метров. После ходьбы надо повторить пробежку 3—5 раз. Постепенно дистанция увеличивается до 100 метров, причем преодолеть это расстояние нужно уже 5 раз (после каждых 100 метров рекомендуется отдых, просто нужно походить 2—3 минуты). Через месяц можно уже неторопливо пробегать один километр. Если занятия проводятся правильно, то частота пульса постепенно уменьшается (это означает, что сердце справляется с нагрузкой).

Занятия физической культурой, и в частности бегом, требуют также ограничения в еде. В противном случае прибавка в весе неминуема. После занятий полтора-два часа есть не следует.

Регулярные тренировки активизируют процессы сгорания в организме, повышая

доставку кислорода тканям, способствуя выведению из организма неуживчивых шлаков, и соответственно нормализуют вес. Тем, кто занимается бегом, высокобелковая пища необходима — мясо, рыба, яйца, молоко. Как известно, белки стимулируют основной обмен, помогают сжигать пищу в организме, в то время как углеводы быстро превращаются в жир.

Оздоровительный бег у нас в стране отличается от системы Лидьярда. Новоэландский тренер — сторонник максимальных нагрузок. Отечественные специалисты рекомендуют более умеренную нагрузку в сочетании с другими физическими упражнениями.

Следует помнить, что бег — очень сильное средство. Поэтому организм должен быть подготовлен к его воздействию.

В тех случаях, когда человек никогда не занимался спортом, непосильная нагрузка (слишком быстрый темп бега на большие расстояния) может нанести здоровью непоправимый вред. Вот почему, прежде чем начать систематически бегать трусцой, нужно проконсультироваться с врачом.

Нельзя бегать при простуде. Для борьбы с любым заболеванием организму нужны силы, а бег даже при легкой простуде ослабляет организм. Да и дыхание при кашле и насморке ослаблено. Только через несколько дней после полного выздоровления можно снова приступить к тренировкам.

Бегать лучше всего в лесу, поле, парка, на стадионе. Можно бегать и по двору, по улицам, где мало транспорта. Предлагается даже начинать занятия дома — бегом на месте.

Когда очень жарко, лучше бегать в вечерние часы (но не поздно вечером — это может вызвать бессоницу).

Заниматься бегом рекомендуется примерно полчаса в день.

## ● IX ПЯТИЛЕТКА Для народного потребления



Внешиз он ничем не отличается от радиоприемника, только на шкале вместо привычных названий городов названия записей на магнитной ленте.

## МАГНИТОФОН-АВТОМАТ

Чтобы прослушать интересующую запись, достаточно лишь настроиться на нее, то есть, вращая ручку настройки, установить ползунок на шкале против названия. Автоматическое устройство найдет на пленке нужную запись и воспроизведет ее.

Разумеется, что для каждого магнитофона готовится специальная шкала, которая «заряжается» в магнитофон вместе с кассетой.

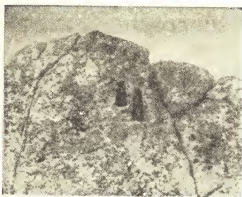
Новый отечественный магнитофон привлекает не только автоматикой — он еще и «рекордсмен»

по количеству звуковых дорожек на одной ленте: их 38.

Время звучания одной кассеты — 12 часов 40 минут. Полоса записываемых и воспроизводимых звуковых частот — от 40 до 14 000 герц. Уровень записи регулируется автоматически.

Максимальная выходная мощность магнитофона — 10 ватт, в комплект входят звуковые колонки. Вес магнитофона — 13,6 килограмма (без колонок).

Новый магнитофон получил название «Комета-211», Серийное производство его начнется в нынешнем году.



Отдельные ниши на вершине Малый Тюльпан (Восточные Родопы).



Скала с многочисленными нишами.

# ЗАГАДКА РОДОПСКИХ СКАЛ

К. ЛАЧЕВ.

Человек, путешествующий по бескрайнему каменному царству Восточных Родоп, непременно обратит внимание на странные ниши, выдолбленные там и сям в отвесных скалах из вулканического туфа или песчанников.

Ниши, как правило, имеют угловатую трапециевидную форму. Высота их — меньше метра — 70—80 сантиметров. Вот, например, размеры одной из самых больших ниш около горной деревни Стоманцы: высота — 91 сантиметр, длина верхней грани — 17 сантиметров, длина основания — 38 сантиметров, глубина у основания — 33 сантиметра. У всех ниш выемка начинается плавно от верхнего горизонтального края и постепенно достигает самой большой глубины у основания трапеции. Значительно реже встречаются ниши округлых очертаний, имеющие грушевидную форму. Следов инструмента неизвестных каменотесов не видно — время давно уже сгладило поверхность скал. В одной скале может быть выдолблено от одной до сотни ниш, расположенных обычно горизонтальными рядами. Нередко встречаются ниши, полуразрушенные в результате эрозии, но есть и явно незавершенные — строители почему-то бросили работу.

Составить карту распространения ниш очень трудно, поскольку они разбросаны во многих, часто глухих и недоступных местах. В результате исследований, которые проводятся уже продолжительное время в различных районах Болгарии, археологи пришли к заключению, что в стране имеет-

ся около сотни мест, где находятся таинственные ниши.

Кто же выдолбил скальные ниши, когда и зачем? До настоящего времени наука еще не ответила окончательно ни на один из этих трех вопросов. Возраст загадочных ниш, видимо, составляет более двух тысячелетий, но датировать их точнее почти невозможно, так как в них не найдено абсолютно никаких предметов или каких-либо останков. Очевидно, века почистили их тщательно. Болгарские археологи считают, что ниши выдолблены за несколько веков до нашей эры.

Во многих районах Родоп местное население называет скалы, изъеденные нишами, «пчелиными камнями». По преданиям, в Родопских горах когда-то было очень много медведей и пчеловоды, чтобы спасти соты, вынуждены были прятать их в выдолбленных для этой цели трапециевидных гнездах. Трудно, однако, поверить в это предание. Если оно верно, то как объяснить наличие ниш на высоте одного-двух метров от основания скалы и вообще в легкодоступных для медведей местах? С другой стороны, некоторые ниши выдолблены в головокружительных отвесных утесах. По всему видно, что неизвестные каменотесы во время своей опасной работы ввели в воздух, спускаемые сверху на длинных веревках, или же использовали какие-то очень высокие строительные леса. Трудно поверить, что этот огромный труд совершался ради сохранения нескольких килограммов меда.



А что думают по этому поводу археологи? По мнению одних, это были гнезда для закрепления балок при сооружении каких-то огромных лесов. По мнению других, в этих углублениях зажигались сигнальные огни, по которым путешествующие купцы ориентировались во время ночных странствий. Существует также предположение, что ниши служили гнездами для укрепления плит с рельефным изображением древнего божества. Но все это очень спорно.

Как уже упоминалось, некоторые ниши находятся на высоте тридцати — сорока метров от основания скалы и даже выше. Вряд ли могли быть такими длинными балки для сооружения лесов. Кроме того, в этом районе нет никаких свидетельств того, что там было строительство.

Если же в нишах зажигали сигнальные огни, то почему некоторые ниши высечены у самого подножия скал, откуда совсем нет обзора? И какие огни могли бы гореть в этих углублениях? Из-за небольших размеров ниш в них почти невозможно зажечь огонь. Едва ли древние обитатели Родоп стали бы тратить так много сил, чтобы зажигать сигнальные или иные огни в недоступных местах — ведь гораздо легче было бы раскладывать костры просто на скалах. Наконец, в этих загадочных нишах не найдена ни одна ритуальная плита, что говорит против третьей гипотезы.

Некоторые археологи — Иван Венедиков, Атанас Милчев и другие — дают иное объяснение: по их мнению, родопские ниши служили погребальными урнами. Сторонники этой точки зрения считают, что ниши высекались каменотесами фракийских племен, живших на этой территории, и служили религиозно-культовым целям. В них помещался пепел сожженных знатных покойников. Разумеется, необходимо отметить, что это только предположение, доказатель-

ства которого отсутствуют. Но оно кажется более правдоподобным, чем другие.

Как известно из истории, у древних фракийцев существовал культ умерших, в их честь воздвигались погребальные курганы. Фракийцы воздавали почести своим умершим соплеменникам и высекая каменные рельефы с изображениями людей и животных, преимущественно лошадей. В Родопах встречаются каменные гробницы, принимаемые многими археологами за фракийские. Едва ли можно считать случайным, что и гробницы и загадочные ниши высечены в одинаковых по происхождению и строению скалах. Кроме того, и те и другие часто расположены рядом. Все это в пользу гипотезы о фракийском происхождении ниш.

Правда, ниши встречаются также в Юго-славии, Венгрии и в азиатской части Турции. В Турции эти углубления называют «римскими окнами», и существует предание о том, что ниши сделаны древними римлянами. В последнее время ниши были открыты даже в далеких Гималаях. Наличие скальных ниш за пределами стран, заселявшихся фракийцами и римлянами, неизбежно наводит на мысль, что ниши являлись результатом деятельности какого-то забытого народа.

Но все же чаще всего они встречаются в Восточных Родопах, и это не может не иметь особого значения. Именно здесь был центр могущественного фракийского царства, в течение многих веков этот район был населен преимущественно фракийскими племенами, среди которых были искусные каменотесы. Вот почему представляется наиболее приемлемым мнение о том, что скальные ниши — дело рук древних фракийцев.

Перевод с болгарского В. ЧАНЦЕВОЙ.

## МОРСКАЯ СВИНКА

Морская свинка — спокойный и кроткий зверек. За ней легко ухаживать, она стала одним из самых любимых обитателей зооуголка.

Как выбрать в зоомагазине морскую свинку? Надо тщательно осмотреть животное, убедиться в том, что оно здорово. Проверить состояние здоровья морской свинки несложно. Если у нее блестящие глазки, час-

тое дыхание, хороший аппетит, круглое брюшко, мягкая шерстка и здоровые ушки, значит, все в порядке. Если у зверька вялый, помутный вид, если глазки полузакрыты, значит, он нездоров.

Лучше купить одного зверька, самца или самку, он легче к вам привяжется. Если же вы хотите непременно иметь двух морских свинок, купите самок: сам-

цы очень неуживчивы, дерутся даже с самками.

Морскую свинку лучше всего поселить в небольшом (80 × 60 × 30 сантиметров) фанерном ящике. Пластмассовые или картонные домики не годятся, так как животное может их прогрызть.

● ЗООУГОЛОК  
НА ДОМУ



Морская свинка любит, чтобы ее иногда «причесывали» мягкой щеткой.

Одну половику ящика накройте досочкой, чтобы создать своему питомцу темный уютный уголок, где животное будет чувствовать себя в безопасности и спокойно спать. На дно ящика положите газеты, а поверх них уложите слой торфа, сухого мха или опилок. Подстилку эту надо менять дважды в неделю: морская свинка — чистоплотное животное. Угол, накрытый досочкой, набейте сеном — оно будет служить и матрасом и пищей.

В домике морской свинки всегда должны стоять две плошки: одна с водой, другая с овсом. Они должны

быть устойчивыми и не опрокидываться, если свинка опирается передними лапками на край кормушки. Не следует давать животному пластмассовые плошки, так как морские свинки их грызут, а пластмасса вряд ли полезна для пищеварения.

Кормите животное два раза в день, в определенное время. Ваш питомец быстро привыкнет к режиму.

Морская свинка — травоядное животное. В ее меню входят овощи, корни, трава, зерно. Она охотно ест морковь, капусту, свеклу, помидоры, петрушку. Летом собирайте для нее листья одуванчика, пырей, разные

травы. Не забывайте хорошо мыть зеленый корм: может быть, растения обрабатывались инсектицидами и другими химическими веществами. Положите в ящик несколько корочек черствого ржаного хлеба, чтобы свинка могла иногда их погрызть. Давайте также своему питомцу картофельное пюре (кормить морскую свинку сырым картофелем нельзя!). Корм обязательно должен быть свежим. Если вы храните корм в холодильнике, перед тем как класть в кормушку, его надо выдержать некоторое время при комнатной температуре.

Морская свинка очень любит, когда ее чистят маленькой щеткой для одежды или старой зубной щеткой. После чистки ее шкурка становится шелковистой и блестящей. У этого зверька быстро отрастают коготки, и время от времени их надо осторожно подстригать.

У морской свинки, как и у всех грызунов, постоянно растут зубы. Чтобы животное могло их стачивать, положите в ящик несколько деревянных чурок.

Ваш питомец может заболеть. Вы сразу заметите, если морская свинка нездорова: животное теряет аппетит, становится скучным. Положите заболевшего зверька на мягкую подстилку и поставьте ящик в теплое, малоосвещенное место. Дайте животному свежей воды и оставьте его в покое.

Помет здоровой морской свинки похож на маленькие темные бусинки. Если помет стал жидким, посадите морскую свинку на диету из овса и воды. В случае запора давайте животному больше зеленого корма и тертое яблоко.

Если тепло, покой и диета не вылечили вашего питомца за два дня, обратитесь к ветеринару.

Беря морскую свинку в руки, старайтесь не прикасаться к ее брюшину — это очень чувствительно. Поддерживайте зверька за лапки.



# ЗНАК

# ЛОЗОХОДЦА

К. КАСЬЯНОВА.



**В** одном старинном французском трактате о поисках полезных ископаемых говорится:

«Существует пять правил, которые надо знать, чтобы определять места, где встречаются металлы:

— первое, простейшее, по обнажениям земли;

— второе, по травам и растениям, которые встречаются наверху;

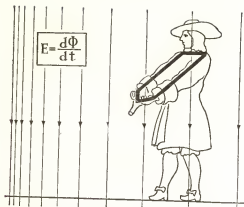
— третье, по вкусу воды, которая выходит там на поверхность или которую находят в порах земли;

— четвертое, по испарениям, которые поднимаются вокруг гор и долин на восходе солнца.

— пятое, и последнее, посредством шестнадцати металлических инструментов, которые применяются наверху. Кроме этих пяти правил и шестнадцати инструментов, существует еще семь металлических прутиков, которые необходимо знать и уметь ими пользоваться и которые служили нашим предкам для отыскания в недрах земли металлов и определения их глубины, а также для нахождения источников воды, если они обильны...» (далее эти палочки в трактате именуются: «лоза», «трепещущая», «прыгающая», «бьющаяся» и т. д.).

Автор этого трактата Мартин де Бертеро, равно как и ее муж барон де Босолей, могли бы послужить прообразами героев увлекательного приключенческого романа. За свою жизнь им пришлось немало путешествовать, даже побывать в Америке, а на родине их существование не было более спокойным: назначения на важные государственные посты сменялись гонениями властей, а признание заслуг — таким естественным в те времена обвинением в колдовстве. Да и как было не заподозрить в знакомстве с нечистой силой людей, открывших во Франции более ста рудных месторождений! Поэтому история двух просвещеннейших людей своего времени имела трагический конец: по воле своего грозного современника — кардинала Ришелье барон де Босолей окончил свои дни в Бастилии, а следы отважной Мартыны затерялись в темнице Вивсенна.

А теперь вернемся к отрывку из книги Мартыны де Бертеро. С точки зрения современного читателя, методы поиска полезных ископаемых, приведенные в нем, далеко не равноценны. Если первые четыре объясняются наблюдательностью, наших предков и опираются на разумную, материалистическую основу, то от «трепещущих»



Руки и плечи лозоходца вместе с металлическим прутом образуют замкнутый контур. Контур перемещается в неоднородном магнитном поле, и магнитный поток, пронизывающий его, изменяется со временем. По закону электромагнитной индукции в контуре при этом должна возникнуть электродвижущая сила, видимо, она и является причиной тех физиологических сигналов, которые воспринимает лозоходец. Это схематическое объяснение «эффекта лозоходца» довольно наглядно, но весьма условно; по мнению Рокара, и верному истолкованию явления ведут более глубокие соображения.

и «прыгающих» явно отдает столоверчением. Такое неслучайное мнение об искусстве рудоискателей и лозоходцев (так на Руси в старину называли людей, ищущих воду или руду с помощью специальной рогатки — «волшебной лозы») весьма распространено даже среди ученых. Опровержению этого мнения при помощи ряда любопытных опытов посвящена книга французского физика профессора Рокара «Знак лозоходца».

На обложке своей книги Рокар поместил старинную гравюру, которая воспроизведена в заголовке статьи. В движении картинка выглядит так: лозоходец неторопливо шагает; раздвоенный прут, который он держит в руках, вращается в такт его шагам. В некоторый момент прут резко наклоняется вниз и начинает вращаться быстрее... И вот лозоходец, остановившись, уже дает указание землекопам: копать там-то и до такой-то глубины.

Отвергая всяческую мистику, которой долгое время окружалось искусство лозоходцев, Рокар ищет материальное объяснение загадочного феномена, основанное на физических законах.

Рассуждения Рокара таковы. Главную роль при поисках источников и руд играет не рогатка или какой-либо другой инструмент, а сам человек-лозоходец. Именно человеческий организм как-то отвечает на присутствие искоемых предметов, а различные приспособления лишь помогают ярче проявиться слабому физиологическому отклику. Рогатка наклоняется к земле под действием слабых мускульных усилий рук лозоходца, а вот сами эти усилия вызываются тем, что человек как-то воспринимает... Чем именно?

Тут как раз пора задать вопрос о физи-

ческом агенте, воздействующем на человеческий организм. Может быть, это электрическое поле? Но «эффект лозоходца» проявляется и тогда, когда человек находится внутри автомобиля, металлический корпус которого экранирует электрические поля. Тогда, может быть, виноваты ионы, поднимющиеся вместе с испарениями от подземных вод? Но лозоходец не теряет чувствительности и в герметически закрытом автомобиле. Что же, остается еще магнитное поле. Однако если поместить лозоходца с рогаткой в руках в постоянное однородное магнитное поле, то есть в такое поле, которое всюду одинаково по величине и направлению, то нас постигнет разочарование: рогатка останется неподвижной.

Но посмотрим внимательно, как лозоходец ищет воду или руду. Он не стоит на месте. Так что если магнитное поле неодинаково в разных пунктах его маршрута, то для лозоходца оно будет изменяться во времени.

Предположение о том, что человек воспринимает не само магнитное поле, а его перепады, легко проверяется. Оказалось, что если лозоходец не идет, а едет в автомобиле со сравнительно большой скоростью, то его чувствительность резко возрастает. А летящий в самолете «авиалозоходец» находит то, что недоступно его собрату, едущему в автомобиле. (Кстати, по мнению Рокара, лозоходцами может быть примерно половина людей; разумеется, разные люди в разной мере обладают чувством лозоходцев, как, скажем, и музыкальным слухом.)

Казалось бы, от этих соображений недалеко и до наглядной физической картины явления. Руки и плечи лозоходца вместе с металлическим прутом образуют замкнутый контур. Контур перемещается в неоднородном магнитном поле, и магнитный поток, пронизывающий его, изменяется со временем. По закону электромагнитной индукции в контуре при этом должна возникнуть электродвижущая сила — видимо, она и является причиной тех физиологических сигналов, которые воспринимает лозоходец.

Именно так зачастую и объясняют «эффект лозоходца». Это схематическое объяснение довольно наглядно, но весьма условно и, по мнению Рокара, не ведет к верному истолкованию явления: ведь лозоходцы могут искать залежи руд и источники воды, вооружаясь не прутом, а маятником, который они держат в одной руке, — никаких замкнутых контуров при этом не образуется.

Однако предположение о том, что «эффект лозоходца» связан с перепадами магнитного поля, неоспоримо.

Современные приборы позволяют провести прямую проверку этого предположения. И действительно, там, где рогатка лозоходца наклоняется, прибор регистрирует магнитную аномалию.

Известно, что магнитные аномалии связаны с залежами железной руды, и теперь можно понять, как их находят лозоходцы. Ну, а как быть с водой? Ведь лозоходец каким-то образом чувствует и ее.



Растворенные в почвенной воде соли присутствуют в ней в виде ионов, различных по знаку зарядов: например, положительные ионы магния и натрия, отрицательные ионы хлора и т. п. Некоторые из них могут адсорбироваться преградами, встречаемыми водой, и таким образом в тесной воде остаются избыток ионов противоположного знака. Так возникает направленное движение ионов — электрический ток. Плотность тока легко выразить через плотность заряда, переносимого ионами, и разницу в их скорости.

Прежде всего здесь следует отметить, что ни пруд со стоячей водой, ни даже река лозоходцем обнаружены не будут. Он находит только подземные воды. Чем они примечательны?

Во-первых, эти воды не просто текут, а просачиваются через почву, а во-вторых, они богаты растворенными минеральными солями. Этим и обусловлено явление, называемое электрофильтрацией (см. рисунок). Благодаря ей в почве возникает электрический ток, который, как известно, вызывает магнитное поле. Это поле и может обнаружить лозоходец.

(Профессор Рокар пытается дать разумное объяснение даже таким свойствам, приписываемым лозоходцам, как способность отыскивать спрятанные сокровища, зарытые тела убитых и орудия убийства. Он связывает такие находки с повышением концентрации ионов в почвенных водах вблизи зарытого предмета, и некоторые его эксперименты, казалось бы, подтверждают такую возможность. Впрочем, рассказывая об этом, Рокар указывает на ряд других явлений, которые маскируют электрофильтрацию и не всегда могут быть заранее учтены.)

Но вернемся к исследованиям «чувства лозоходца».

Итак, человек чувствует неоднородное магнитное поле, вызванное либо массой магнитной руды, либо фильтрующимися подземными водами. Равноценны ли эти причины? Оказывается, здесь есть весьма заметная разница. Во-первых, если измерить изменение поля, которое чувствует лозоходец, то обнаружится, что он более восприимчив в случае электрофильтрации. А во-вторых, металлы лозоходец обнаруживает с запаздыванием, пройдя несколько дальше того места, где магнитное поле меняется сильнее всего. Рокар объясняет это тем, что залежи металла вызывают более сильное магнитное поле, нежели фильтрующиеся воды. Поэтому органу чувств, реагирующему на магнитное по-

ле, надо привыкнуть к сильному полю, адаптироваться, подобно тому, как наш глаз привыкает к яркому свету. Вообще «чувство лозоходца» во многом сходно с нашими привычными пятью чувствами: так, воспринимается не абсолютное, а относительное изменение поля, а лозоходец, на которого воздействовало сильное поле, теряет на некоторое время чувствительность к слабому.

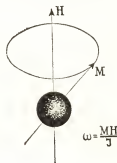
Эксперименты профессора Рокара с лозоходцем в искусственно созданном магнитном поле дали ряд интересных результатов, так как позволяли экспериментатору менять поле нужным образом. Оказалось, что наиболее чувствительная часть человеческого тела — район локтей. Другой любопытный факт тот, что лозоходец чувствует и переменное магнитное поле (колеблющееся с частотой до 50 герц). Некоторые немагнитные воздействия, такие, как вибрация, могут полностью лишить лозоходца чувствительности.

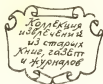
В «чувстве лозоходца» непонятного пока еще больше, чем объясненного.

Профессор Рокар говорит, что открытие в области физиологии, связанное с лозоходцами, еще ждет своего автора. Сам он предполагает, что к объяснению этого явления следует привлечь так называемый ядерный магнитный резонанс (см. рисунок), поскольку в человеческом организме содержится много воды, для которой он ярко выражен.

Будем надеяться, что вслед за первыми исследованиями последуют и другие, которые позволят до конца разгадать древнюю загадку лозоходцев.

Затронув в статье вопрос о ядерном магнитном резонансе, мы упомянули о воде. Точнее, речь идет о протонах, входящих в состав воды в виде ядер атомов водорода. У протона есть магнитное поле; следуя научной терминологии, назовем направленную ось симметрии этого поля вектором магнитного момента. Частицы, обладающие магнитным моментом, в сильном магнитном поле ведут себя подобно падающему волчку: вектор магнитного момента вращается, прецессирует вокруг направления магнитного поля, но ось вращения волчка прецессирует вокруг вертикали, описывая коническую поверхность. Это явление и называется ядерным магнитным резонансом. В магнитном поле Земли протоны прецессируют с частотой, равной примерно двум тысячам герц; частота прецессии не зависит ни от вида вещества, ни от его агрегатного состояния; определяется она лишь магнитным полем и тем называемым гиромангнитным отношением — отношением магнитного момента частицы к ее моменту количества движения.





О чем писали научно-популярные журналы начала XX века! На этот вопрос отвечает небольшая подборка материалов на стр. 146—149. В этом номере представлен журнал «Вестник и библиотека самообразования» — «научно-популярный журнал по всем отраслям знания» за 1903 год.

В приведенных заметках мы постарались быть возможно ближе к тексту статей первоисточника и позволили себе отступить, пожалуй, лишь в одном — мы снабдили заметки привычными для читателей журнала «Наука и жизнь» заголовками и рубриками.

## ● Наука на марше

### РАЗМЕРЫ И МАССА ВИДИМОГО МИРА

Лорд Кельвин вычислил размеры Вселенной, принимая за границу ее шаровую поверхность, на которой находятся звезды с параллаксом в 0,001". Диаметр этого шара равен 30 000 000 000 000 километров. Такое расстояние свет, пробегающий в секунду 300 000 километров (километр равен 0,937 версты), проходит приблизительно в 3 000 лет. Число светящихся и не светящихся миров тел в этом пространстве, по Кельвину, около 1 000 миллионов. Принимая в среднем массу каждого из этих тел равную массе нашего солнца, Кельвин вычислил общую массу видимой вселенной и получил  $200 \times 10^{36}$  килограммов.

## ● Гилотезы, предположения, догадки

### О САМОПРОИЗВОЛЬНОМ ЗАРОЖДЕНИИ ОРГАНИЗМОВ

Только что получено сообщение о сенсационном открытии, сделанном будто бы в Америке проф. Литлтоном и указывающем на возможность получения живых организмов без всяких зародышей самыми простыми приемами. Для этого следует приготовить смесь из одной унции поваренной соли, растворенной в шести унциях воды и шести унциях 90° спирта; возле этого поставить блюдечки с двумя унциями аммиака и все это прикрыть герметически коллоидом. Через 90 минут в солевой смеси развится масса микроорга-

низмов, кишачих в ней и легко определяемых под микроскопом.

Для Литлтона вопрос о самопроизвольном зарождении представляется положительно решенным; но с ним, конечно, не соглашаются представители Пастеровского института, которые признают, что зародыши микроорганизмов не были вовсе убиты и смесь была недостаточно стерилизована. Обилие же развивающихся в 90 минут микроорганизмов объясняется благоприятными условиями для их развития. Это, конечно, так.

## ● Техника — быту

### НОВЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ МЕБЕЛИ И ТКАНЕЙ

Во Франции появился новый прибор для очистки мебели, ковров и тка-

ней. Главную составную часть этого прибора составляет сильный воздушный насос. Помощью особой воронки с резиновыми краями, плотно прилегающей к очищаем-

ому месту, воздух сильною струей всасывается насосом через ткань; при этом воздух увлекает с собой всю пыль. Далее воздух поступает в особые фильтры, где он освобождается от пыли и поступает в атмосферу очищенным. Преимущества этого способа — тщательная очистка: вещи чистятся на своих местах; меньше портятся, чем при обычном способе колочения; пыль не распространяется на окружающие предметы, а собирается в особом приемнике и удаляется. Общий вид прибора в действии изображен на прилагаемом рисунке.





● Новые товары

**МИНИСТЕРСКАЯ  
ЛАМПА**

По своей конструкции эта керосиновая лампа превосходит все другие до сих пор известные. Благодаря ее устройству можно регулировать свет в желаемом направлении, причем при работе не нужно напрягать зрение. А потому она необходима в домашнем обиходе: на письменном столе, при чтении, в мастерских, заводах и т. п. Цена с упаковкой и пересылкой в Европейскую Россию — 5 руб.



● Ваше здоровье  
**КАВКАЗСКИЕ  
КУРОРТЫ**

В одном из последних заседаний Императорского общества охранения народного здоровья доктор Кобылин сделал сообщение о новом курорте. Докладчик принял путешествие по Кавказу и, между прочим, посетил те места, которые в будущем могут сделаться новыми курортами: Нальчик, Батуми, Сухуми, Гагры, Сочи, Туапсе и др. Из всех этих мест докладчик отдает предпочтение Нальчику. Нальчик находится на севере Кавказа, в Терской области, насчитывает до 6 тысяч жителей,

около 600 домов, имеет почтовое и телеграфное отделения; лежит он на высоте 1600 фут. над уровнем моря; климат мягкий без резких перепадов. Средняя температура от мая до конца октября около  $17^{\circ}$  тепла, за год  $7-7\frac{1}{2}^{\circ}$  тепла. Дождей мало, меньше, чем в Батуми, в Сочи. Дешевизна в Нальчике поразительная: за 25—30 рублей в месяц здесь можно очень хорошо устроиться. Понятно, здесь еще ничего нет для привлечения публики, нет даже некоторых удобств, но несомненно, что будущее за Нальчиком, и уже в прошлом году его посетило до 1000 человек.

● Вести из лабораторий  
**ЖЕРТВЫ Х-ЛУЧЕЙ**

Из Нью-Йорка от 3-го августа нов. ст. телеграфируют, что известный изобретатель Томас Эдисон сделался жертвой Х-лучей (рентгеновых), лишившись почти зрения. Работая несколько дней подряд с Х-лучами при очень сильной машине, он заметил, что начинает слепнуть. Это заставило приостановить работу; зрение его находится в самом плачев-

ном состоянии, но врачи полагают, что после долгого отдыха зрение вполне восстановится. Помощник же его, Шарль Далли, продолжавший работать с Х-лучами, подвергся частичному параличу. 2 августа ему была сделана ампутация правой руки, и хирурги говорят уже об ампутации и другой руки. Очевидно, что при известной силе Х-лучи способны производить страшное разрушительное действие.

● Наука. Вести с переднего края

**БОЛЕЗНЬ БУДЕТ  
ПОБЕЖДЕНА**

Проф. Мечников и д-р Ру приобрели на средства полученных ими премий несколько человекообразных обезьян для прививки им болезней, свойственных человеку. Неутомимые исследователи, верные своей цели, горячо взялись за дело, и вскоре (15 июля) в заседании парижской медицинской Академии проф. Мечников представил шимпанзе, искусственно зараженного сифилисом.

Проф. сифилидологии Фурнье признал опыт успешным, подтвердив диагноз.

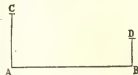
Нет сомнения после этого в том, что исследователи, имея в руках такой драгоценный материал, сумеют вскоре получить и чистые культуры специфических микроорганизмов сифилиса, на которых очень удобно могут быть прослежены действия различных терапевтических средств и иных способов лечения.

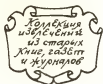
Таким образом, надежды на преодоление такого страшного бича человечества, как сифилис, имеют с этого дня, как видно, весьма серьезные основания.

● Математические  
**Д о с у г и**

**ВОРОНЫ И СЫР**

На вершинах столбов AC и BD в точках C и D сидит по одной вороне. Где должен быть брошенный на землю сыр, чтобы вороны могли долететь до него в одно и то же время? Скорость полета ворон одинакова.





## РАСКРОЙТЕ ЗОНТИК

В холодное время года люди в разгоряченном виде, хотя бы и укрытые шубами, попадая прямо на холод, имеют все шансы простудить дыхательные пути и схватить либо насморк, либо бронхит и даже воспаление легких.

Замечательно, что при равных остальных условиях простуде подвергаются более ездоки наших обычных извозчиков зипкажей, подвергающихся действию ездой вызванного ветра.

Распространение нового образца зипкажей, тоже открытых, но устроенных так, чтобы седок мог ехать только спиной вперед, сократило бы на много процент простудных заболеваний, глазных и даже заразных болезней, таких бичей, как сип, инфлюэнца и др. Последнее, конечно, потому, что седок, сидя спиной к лошади, имел бы меньше шансов получить в дыхательные пути и глаза пылевые частицы, заразные начала и

всякого рода миазмы. Но по индифферентности общества к вопросам этого рода, подобно той, которую оно обнаруживает, например, и к вопросу о непозволительности плевков в общественных местах, жилых помещениях и т. д., пропаганда перемены строя извозчиков зипкажей осталась гласом, вопиющим в пустыне, и нам остается лишь указать общедоступную меру ограждения себя.

Мы разумеем здесь хороший дождевой зонтик. Широко раскрытый и поставленный вертикально в виде ширмы, он надежно защитит дыхательные пути от ветра. Все дело только в том, чтобы зонтик был раскрыт с самого начала выхода человека из теплого помещения. Нечего и говорить, конечно, что все сказанное имеет еще большую обстоятельную силу и для езды на автомобилях, где простужаемость еще больше благодаря страшной скорости движения.

## Вести из лабораторий

### КАРЛИКОВЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Опыты, производившиеся за последнее время во Франции (двумя профессорами медицинского факультета в Монпелье и по преимуществу над поросятами), выяснили, что ослабление роста может быть достигнуто у молодых животных добавлением к их пище некоторого количества водки. Образование скелета тогда быстро останавливается, и черепные швы срастаются чрезвычайно рано. В результате получается карликовое животное, которое, впрочем, нередко страдает рахитизмом (английской болезнью).

## Лицом к лицу с природой

### ВСЕМ НА УДИВЛЕНИЕ



Не только с природою и ее камнями и скалами — и с человеческими сооружениями может бороться дерево и подчас побеждать их. В исключительных случаях дерево врастает в забор, окружающий его, и такой забор может стать для него даже опорой, как это ясно из рисунка, снятого с натуры.

Что две части растения при известном сближении могут срастаться, это доказывает нам ежедневный опыт садовников. Иногда такое происходит и в дикой природе. При столкновении двух сучков одного дерева или даже двух деревьев той же породы может произойти естественная прививка.



## ● Наука. Дальний поиск



### САМАЯ ДЛИННАЯ

До настоящего времени самой длинной телефонной линией в Европе считается линия Париж — Берлин в 1 200 километров. Причина этой ограниченности расстояния состоит в том, что слабые сами по себе телефонные токи претерпевают на линии значительное ослабление, при этом тем большее, чем длиннее линия.

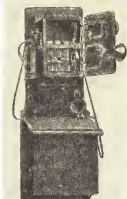
## ● Факты и предложения

### ОТ СТОЛЕТИЯ К СТОЛЕТИЮ

В. Тайер после целого ряда исследований о продолжительности жизни пришел к следующим выводам. Средняя продолжительность жизни лиц умственного труда составляет:

у художников и скульпторов . . . . .	66 лет
поэтов . . . . .	66 лет
музыкантов . . . . .	62 года
романистов . . . . .	57 лет
высших офицеров . . . . .	71 год
философов . . . . .	65 лет
историков . . . . .	73 года
изобретателей . . . . .	72 года
политических деятелей . . . . .	69 лет
государственных деятелей . . . . .	71 год.

Цифры очень почтенные для представителей мысли и той лихорадочной деятельности, которая, как известно, разрушительно отзывается на жизни. Достаточно сравнить этот вывод с цифрами за предыдущие столетия, чтобы убедиться, что и труженики мысли наравне с прочими пользуются все возрастающей долговечностью.



На снимке: современный телефонный аппарат. Вверху — катушки, изобретенные Папином. Они уменьшают ослабление тока на линии, и можно надеяться, что позволят увеличить расстояния для переговоров до 6 000 километров.

## ● Охрана природы ПЕСКАМ БОЙ!

Площадь сыпучих песков в Европейской России составляет более 4 миллионов десятин, причем площадь эта в некоторых местностях ежегодно увеличивается на 5 и даже на 8 процентов. Во многих губерниях ведутся теперь работы по успокоению движущихся песков. Казенное лесное ведомство отпус-

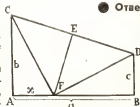
## ● Новые товары ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОДЕЯЛА

По словам газет, в Вене появились в продаже «электрические одеяла». Принцип этого изобретения очень прост. В ткань одеяла вплетены очень тонкие и нежные проволоки (разумеется, вполне изолированные), на взгляд совершенно незаметные. Если соединить эти проволоки с контактом при электрической лампочке, то одеяло моментально нагревается. При этом устроено и приспособление, позволяющее по желанию регулировать степень нагревания. Этот принцип применен также к коврикам при письменных столах, благодаря чему является возможность держать ноги постоянно в тепле.

кает бесплатно посадочный материал всем владельцам песчаных площадей и командирует своих чинцов для технического руководства посадками. Сверх прямой своей обязанности все командированные чины заботятся о распространении среди местного населения сведений по лесоразведению, читают публичные лекции, устраивают праздники древонасаждения и т. д.

## ВОРОНЫ И СЫР

Соединив точки С и D, восстановим в середине линии CD перпендикуляр EF. Точка пересечения перпендикуляра с линией АВ и даст точку, где должен быть брошенный на землю сыр. Действительно, прямоугольные треугольники CFE и FED, в которых один катет общий, а катеты CE = ED равны; следовательно, гипотенузы CF и FD (линии полета ворон) также равны. Зная высоты столбов AC и BD и расстояние между ними, можно вычис-



## ● Ответы

лить место точки F. Обозначим расстояние АВ через  $a$ , AC через  $b$ , BD через  $c$ , AF через  $x$ . Тогда из прямоугольных треугольников ACF и BDF, в которых гипотенузы равны, следует, что  $b^2 + x^2 = c^2 + (a - x)^2$ , откуда  $x = (a^2 + c^2 - b^2) : 2a$ .

# ИЗ АФРИКАНСКОГО ДНЕВНИКА

(Путевые заметки)

Член-корреспондент АН СССР А. КАПИЦА.

## ЧАСТЬ III

В 1969 году, третьем и заключительном году экспедиции, нам предстояло работать на всем протяжении Западной рифтовой долины. В Восточной Африке она начинается на севере Уганды и тянется вдоль долины Альберт-Нила (так здесь называется Белый Нил), через впадину озер Альберт, Эдуард, Киву, Танганьика и Ньяса. Это огромное тектоническое сооружение протяженностью более 2 тысяч километров пересекает территории семи государств (Уганда, Конго, Руанда, Бурунди, Танзания, Замбия и Малави). По опыту предыдущих лет мы решили разбиться на два отряда: северный — для работы в Уганде, Руанде и Бурунди и южный — для работы в Танзании. Обследование всей гигантской территории предстояло провести за три месяца.

Экспедиция работала в прежнем составе, к нам только присоединился еще профессор Всеволод Всеволодович Добровольский. Итого в общей сложности в экспедиции участвовало одиннадцать советских ученых.

Вместе с нами работали несколько студентов московских вузов — граждан Кении и Уганды. Это были Питер Уйнани, Джеймс

Мулийра и Питер Синда, студенты географических факультетов МГУ и МГПИ.

20 июня северный угандийский отряд был готов выехать в поле. Два «лендровера» и два «джипа» проходили операцию «Арбуз» — так мы в шутку называли загрузку огромной кучи полевого снаряжения в машины. Элементарная прикидка соотношения объемов машин и кучи показывала невозможность удачного завершения этой операции. Тем не менее ухищрения наших шоферов привели к тому, что куча разместилась в автомобилях и даже осталось в них место для нас самих.

И вот волнующий момент: мы выезжаем из ворот нашей базы в Энтеббе, держа курс на вулкан Элгон, расположенный на востоке Уганды. Оттуда поедем в Карамоджу — самый дикий и пустынный район страны.

## КАРАМОДЖА

Мы миновали столицу Уганды Кампалу и выехали на Джинжароуд. Через пятьдесят миль подъезжаем к Джинже, к истокам Нила. Чуть выше огромной плотины, перегородившей Нил, на берегу стоит мемориальная доска, рассказывающая, что здесь в 1862 году путешественником Спиком были открыты истоки Нила. Тогда это было нашумевшее открытие. А теперь... теперь между учеными разных стран идут споры, что считать истоками Нила. Вот эту точку водопада Рипон, где огромная полноводная река вытекает из гигантского озера Виктория, или истоки одной из рек, впадающих в озеро Виктория. Почему-то такие споры ведутся только вокруг Нила. Этих же ученых мало беспокоит, что истоком Нэвы мы считаем Ладожское озеро, а не Онежское; что Ангара начинается там, где она вытекает из Байкала, а не у истоков, допустим, Селенги. Мне эти споры кажутся

---

Продолжение. Главы из I части см. «Наука и жизнь» №№ 1, 2 и 3 за 1969 год, из II части — № 2, 1970 год.

В экспедиции Академии наук СССР по проекту Верхней Мантхи в 1969 году участвовали: профессор А. П. Капица — начальник экспедиции; член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов — научный руководитель; профессор Е. Е. Милановский; профессор Л. Н. Рыкунов; профессор В. И. Герасимовский; доктор геолого-минералогических наук А. В. Горячев; профессор В. В. Добровольский, кандидат геолого-минералогических наук Н. А. Логачев — заместитель начальника экспедиции; кандидат геолого-минералогических наук А. И. Полянов; научный сотрудник А. А. Краснов; старший инженер В. В. Седов.

совершенно непринципиальными и ненужными.

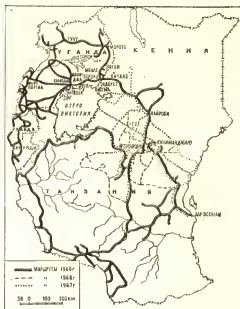
Сейчас в Восточной Африке стоит сухой период. Но здесь, около берегов Виктории, это не чувствуется. Буйная сочная зелень стеной окружает дорогу. Банановые плантации сменяются зарослями сахарного тростника. Асфальтовая дорога позволяет нашей колонне двигаться единой группой...

Два дня мы простояли лагерем неподалеку от города Мбале. Часть экспедиции проводила обследование горы Элгон, а геохимики Герасимовский и Поляков вместе с вулканологом Красновым уехали на север, в Карамоджу. Лагерь привлек внимание окрестного населения. Вокруг нас все время толпился народ, некоторые принесли на продажу бананы, папайю, овощи, другие просто с любопытством разглядывали нас. В первый же день пришел местный вождь и принес курицу, которую мне торжественно передали во время ужина.

Из Мороты мы выехали на «джипе», оставив дома шоферов и рабочих. Нам предстояло осмотреть район старого вулкана, находящегося в пятидесяти милях к юго-западу от города. Ровная грейдерная дорога пересекала саванну, покрытую клочками выгоревшей травы. Часто на обочине дороги мы видели карамоджийцев. Здешние мужчины пренебрегают одеждой. Они не надевают даже набедренных поязков. Многие из них постоянно носят с собой маленький трехногий стул, на который садятся, встретив знакомых и остановившись для беседы. Любители комфорта несут с собой еще маленькую подпорку, что-то вроде очень короткого костыля. Он позволяет полулежать, сидя на маленькой табуретке и облокотившись на подпорку одной рукой. Цвет кожи у карамоджийцев не очень темный, скорее красновато-коричневый. Телосложение не совсем правильное. По-видимому, это следы частого недоедания. Многие мужчины носят ассирийские бородки, нижнюю губу украшают довольно странным образом: в разрез на нижней губе вставляют камень, стеклянную трубочку или металлический стержень. Карамоджийцы очень не любят фотографироваться. Об этом нас специально предупредили.

Одна из самых острых проблем здесь — вода в сухой период года. Правительство стремится утолить голод на воду, пробуравливая отдельные скважины и оборудуя их примитивными насосами. Иногда такой источник воды бывает единственным на десятки километров вокруг. Мы часто видели вереницы женщин, которые несли воду из скважин.

Мы остановились у высокой скалы. Отсюда надо было пешком пробираться к выходам горных пород. В этот день я неважно чувствовал себя — по-видимому, была реакция на прививку оспы, — и поэтому остался дежурить в машине, когда все остальные ушли в маршрут. Я поставил машину в тень под большой акацией и стал наблюдать за проходящими по дороге. Иногда это были группы карамоджийцев по десять — двенадцать человек, вооруженные копьями. Один раз через дорогу буквально



Карта маршрутов нонпленной восточноафриканской экспедиции АН СССР (1967—1969 годы).

но проскользнул отряд в шесть воинов, вооруженных копьями. Они шли быстрым пружинистым шагом через заросли, по едва заметной тропинке. Мне даже почудилось, что идут они с недобрыми намерениями, но на меня и на машину они не обратили совершенно никакого внимания.

На следующий день мы направились на запад страны с целью достичь долины Нила на границе с Суданом. Мы выбрали малопроезжую дорогу, рассчитывая, что сейчас, в сухой период года, проехать можно практически всюду.

В Карамодже почти нет диких зверей. Мы проехали несколько сот миль и встретили только несколько страусов, десяток антилоп диких да семейство кабанов.

Пейзаж меняется по мере того, как мы приближаемся к горам. Саванна становится зеленее, вот уже появились веерные пальмы, возле самых гор на дороге заблестели лужи — свидетельницы недавно прошедшего дождя. Чаше попадаются деревни, изменился облик африканцев, встречающихся на дороге: женщины одеты в цветастые наряды, их вид свидетельствует о большей зажиточности. Появляются банановые плантации. Мы не проехали и сотни миль, а страна резко изменилась. Поистине, Карамоджа — это богом проклятое место. Правительству Уганды предстоит многое сделать, чтобы условия жизни там стали более нормальными.

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ УГАНДЫ

Западная рифтовая долина — цель наших исследований — протянулась вдоль западной границы Уганды. Здесь же находятся и крупнейшие национальные парки—

у Мерчисонских водопадов на Ниле и парк королевы Елизаветы. Имея договоренность с руководством национальных парков, мы часто базировались в них.

Национальный парк — это в первую очередь заповедник. На его территории не должно находиться никаких населенных пунктов. Здесь почти не нарушенная природа: живут огромные стада антилоп, буйволы, чувствуют себя в безопасности слоны и бегемоты, а охотиться имеют право только львы, леопарды и гиены. Охрана этих парков немногочисленна — в основном кордоны у ворот парка, там, где собирают плату за въезд. Национальные парки Восточной Африки — это одна из важных статей дохода. Здесь продают туристам впечатления. Встречи с животными и пейзажи дикой Африки отпускаются в неограниченном количестве. Поток туристов с каждым годом растет, а с ним и приток валюты в страну.

Турист требует удобства, и он их получает. В каждом национальном парке есть комфортабельная гостиница: номера с ванной, с холодной и горячей водой, кондиционированным воздухом, с прекрасным обслуживанием. Отличная кухня и бар. А каждую субботу перед отелем на лужайке на огромном вертеле жарится целая туша антилопы или кабана. Ну, а что стоит, например, такая надпись на краю веранды в отеле «Параа лодж» у Мерчисонских водопадов: «Слоны, подходящие к балюстраде, дикие, и просим не вступать с ними в контакты!»

В холле гостиницы вы увидите большую черную доску, на которой туристы мелом пишут, где, когда они видели редких зверей. Например: «По дороге № 10 в 15 милях от отеля два белых носорога». Или: там-то леопарда. Иногда какой-нибудь шутник напишет: «Видел в баре стадо туристов в 18 голов». Любителей рыбной ловли привлечет табличка рекордных весов нильских окуней, пойманных на спиннинг. Как не дрогнуть душе рыбака при такой надписи: «Рекордный вес 145 фунтов». Здесь вы найдете все, что вам нужно: и машину, и моторную лодку, и спиннинг... Надо прямо сказать, что сервис организован отлично. Здесь всегда много туристов, но вы почти никогда не встретите здесь африканца. Не потому, что их не пускают... Просто цены таковы, что африканцы не могут здесь бывать. Не думайте, что для африканца в парке нет ничего интересного, что всех этих диких животных зверей он видит в обычной жизни. Вовсе нет. Я знаю многих местных жителей из деревень и городов, которые никогда в жизни не видели слона, льва или бегемота.

Мы редко останавливались в гостиницах. Чаще всего разбивали лагерь в специально отведенных для этого местах — кемпингах или прямо в саванне. Палатки ставили в виде каре. А ночью происходили необыкновенные вещи.

Однажды в парке королевы Елизаветы нам отвели место примерно в четырех милях от конторы и отеля, на берегу озера. Место удивительное по красоте. Ночью мы

услышали рев льва совсем близко от нас. Утром обнаружили, что наши рабочие и шоферы забаррикадировались в автомобилях, покинув палатки. Шофер Джума утверждал, что его окружило двадцать львов, что они сидели вокруг машины до утра. Его подняли на смех. Следующей ночью, когда снова раздался рев львов, мы вышли из палаток, включили мощные лучевые фонари «хантер» и не поверили своим глазам. В десяти метрах от палаток, окружив нас полукольцом, сидели двенадцать львов. Мы стояли в центре нашего каре и разглядывали их. Львы неторопливо переходили с места на место. Их глаза в лучах фонарей светились ярким зеленым светом. Не знаю почему, но нам всем стало весело. Может быть, на нервной почве. Страх почему-то не было. Мы знали, что львы нападают на людей очень редко, что, если лев сыт, он совершенно безопасен. Но были ли львы сыты?..

Александр Алексеевич Краснов записал на магнитофон львиный рев и потом несколько раз прокручивал эту пленку, наводя ужас на окружающих. В этом лагере мы прожили около недели и днем часто видели семейство львов — прайд. Львы жили где-то неподалеку от нас. Прайд возглавлял старый лев с большой темной гривой. Однажды мы видели, как львы охотятся. Старый лев лежал на пригорке, словно главнокомандующий, а молодые окружали огромного буйвола в низине. Они передвигались медленно, время от времени вставая и нехотя переходя на новое место, наконец буйвол оказывался в кольце. Он нервничал, нагибал голову и делал короткие броски в сторону ближайшего льва, но кольцо продолжало сжиматься. Вдруг, как по команде, львы бросились на буйвола. Произошла короткая схватка. Буйвол отчаянно размахивал своими огромными выгнутыми наподобие лука рогами и стряхивал со спины прыгавших на него львов. По-видимому, нападение не удалось, потому что так же неожиданно львы разбежались, а буйвол остался стоять на прежнем месте. Но кольцо было разорвано, и, увидев брешь, он побежал, уходя от своих преследователей. Буйвол остановился метрах в двухстах, и тут снова начала повторяться та же сцена — львы стали медленно его окружать, а лев-вожак перешел на новый наблюдательный пункт. Я не видел конца этой охоты и не знаю судьбу буйвола. Может быть, львы охотились не всерьез, а только обучали молодяка или просто развлекались.

Львов часто можно встретить лежащими на асфальте. Они никогда не уступят дорогу машине. Ведут себя так, словно и не замечают машину. Туристам приходится сворачивать на обочину и объезжать ленивого «царя зверей».

Скоро мы перестали обращать внимание на рев по ночам. Теперь нас беспокоило совсем другое. Мы вели войну с термитами.

Недалеко от лагеря стоял старый полуразвалившийся термитник, который мы сочли покинутым. Однако скоро стало яс-



но, что это ошибка. Однажды утром Владимир Владимирович Белоусов обнаружил, что термиты почти целиком съели пластиковую крышку его несессера, при этом они не тронули поролоновую подкладку. Потом мы вдруг обнаружили, что прорезиненная ткань пола в палатке стала похожа на решето. Под всеми вещами, стоящими на полу, — под выючным ящиком, под коробкой с пленкой проделаны отверстия. Когда мы подняли пол у палаток, то увидели сотни, тысячи насекомых, поспешно удирающих в маленькие отверстия в земле Термит в длину около сантиметра. У него прозрачное белесоватое тельце и мощные челюсти. Внешне он напоминает гигантскую вошь.

В следующую ночь термиты взялись за мои курьезные сапоги. Однако они оказались им то ли не по зубам, то ли не по вкусу. Сапоги пострадали мало. В этот же день Краснов обнаружил, что в ящике с образцами все кишит термитами. Они уничтожили бумажные обертки и этикетки, да и самому картонному ящику тоже досталось. Пришлось бросать в ход химию. Струи азрозольного дезинсектала косили термитов тысячами. От обороны мы перешли в наступление — поливали землю под палатками, блокируя подземные ходы. Термиты отступили...

В этом году мы часто встречались со слонами. В наш лагерь около Мерчисонских водопадов слон пришел днем и начал хозяйничать. Ему приглянулся ящик с продовольствием, содержимое которого он тщательно изучил. Когда мы вернулись в лагерь, то застали картину страшного разгрома. Вокруг палаток были рассыпаны рис и макароны, которыми слон пренебрег, но вся капуста, картошка и морковь были похищены. По утверждению повара, слон прихватил также и пять плиток шоколада. Но над этим почему-то все с недоверием посмеивались.

Слоны разгуливают спокойно по поселку около отеля. Большую группу слонов я видел буквально в нескольких десятках метров от места строительства моста через Нил в районе Паквача. Несмотря на шум кранов, бульдозеров и многотонных грузовиков, они спокойно паслись в небольшом болотце. На дорогах Уганды часто можно видеть надпись: «Слоны имеют преимущественное право пути». В переводе с языка автомобилистов это значит: уступайте дорогу слонам.

В Уганде я впервые увидел огромное количество бегемотов, или, как их там называют, «гиппо», — сокращенное гиппопотам. В воде они не производят особого впечатления, а на суше их вид вызывает невольную улыбку: огромный пузырь на коротких ножках и бегают смешной рысью. При любой опасности бегемот спешит к воде — там он подвижнее и, ныряя, спасается от любого врага. Правда, врагов у него не так уж и много, в основном человек, да еще, по словам местных охотников, иногда на него решается напасть лев. Гиппо очень любопытны. Как-то раз в районе Мерчисонских водопадов я сидел

на берегу Нила и обрабатывал какие-то записи. Вокруг меня собралось около десятка бегемотов. Высунув из воды ноздри, глаза и уши, они внимательно изучали меня. Время от времени один из них зевал, открывая огромный, как чемодан, рот, украшенный короткими и толстыми клыками. Зевок бегемота производит внушительное впечатление; как-то не верится, что такая пасть создана для пережевывания растительной пищи.

Национальные парки в странах Восточной Африки привлекают большое количество туристов со всех концов мира, дают стране огромный доход. Но главная их ценность, конечно, не в этом. Национальные парки помогают сохранять природу Африки, которая под воздействием человека стремительно меняет свой облик. Поэтому очень настораживают тенденции к наступлению на территории парков. Танзанийское правительство, например, приняло решение о сокращении территории заповедника Нгоронгоро, отторгает у него земли под сельскохозяйственное производство. Мы были свидетелями жарких дебатов, которые шли в народнохозяйственных органах Уганды о строительстве гидроэлектростанции на Мерчисонских водопадах. Конечно, страна развивается, ей нужна электроэнергия, но нельзя не думать и о том непоправимом ущербе, который будет при этом нанесен замечательным природным музеям Африки.

## РУАНДА И БУРУНДИ

В Танзании работал наш южный отряд. Базировался он, как и в прошлом году, в городе Моши, но работал значительно южнее вдоль юго-западной границы Танзании, там, где западная рифтовая долина проходит через озера Танганьика, Руква и Ньяса. Нам оставалось еще исследовать часть великих африканских разломов, проходящих через территорию двух маленьких государств — Руанду и Бурунди.

Эти государства не принимают участия в международном проекте по исследованию верхней мантии Земли. Поэтому нам предстояло на месте установить связи с геологическими организациями, работающими там, получить визы на въезд и обследовать рифтовую долину в районе озера Киву, долины реки Рузизи и северной части озера Танганьика.

Наконец все улажено. И вот рано утром после очередной операции «Арбуз» мы выехали в Кампалу. Тяжело груженные машины мягко катятся по асфальтовому шоссе. А как они пойдут по плохим дорогам Руанды и Бурунди?

Мы поднимаемся по сложному серпантину в горы. Ландшафт сильно изменился. На смену кустарникам и зарослям слоистой травы пришли многочисленные ступеньки возделанных террас на склонах. Плотность населения значительно увеличилась. Горы становились выше. Но здесь на склонах почти не остается пустующих земель — все тщательно обработано. Это са-

мые благодатные районы Уганды, здесь не знают засухи, а плодородная земля позволяет снимать два-три урожая в год. Дорога становилась все труднее и круче. Часто приходилось включать первую скорость. Вот наконец и перевал. Потом еще один перевал, и мы спускаемся в Кисоро. Отсюда открывается величественная картина на очень правильный конус вулкана Мухабура. На его зеленых склонах живут гориллы. Ради их спасения здесь создан специальный заповедник.

Мы едем по неровной, бугристой дороге, по лавовым полям, окружающим подножие Мухабуры.

Наш путь лежит в Кисенги. Дорога удивительно живописна. Здесь, так же, как и в Южной Уганде, все склоны гор освоены. Плотность населения очень высокая — сто двадцать человек на квадратный километр. Мы это ощущали на остановках. Стоит выйти из машины, тотчас вокруг нас собирается толпа человек сорок — пятьдесят. Живописно одетые женщины, в ярких тканях с ношей на голове. Когда они останавливаются, то поклажу не снимают. Мне часто приходилось наблюдать, как две, три женщины стоят с полными кувшинами на голове и подолгу весело судачат, словно и нет никакой тяжести. Африканца, несущего что-нибудь в руках, встретишь очень редко. Я вспоминаю историю, когда Владимир Владимирович послал мальчика на почту за маркой, тот вскоре вернулся, неся на голове камень. Оказывается, он положил марку на голову, а чтобы она не улетела, придавил ее большим камнем. Особенно интересно наблюдать за дорогой в базарный день. Вереницы африканцев несут на рынок разные плоды и вещи на продажу. Вот горшечник связал пять горшков стопой между тремя шестью, водрузил средний на голову и несет. Женщины и мальчишки несут корзины с маниокой, ананасами. Огромная гроздь бананов может лежать просто на голове без всякой тары. Большие горшки с банановым пивом несут, чуть наклонив горловину вперед. Когда горшок опустеет, горловину наклоняют вниз, как знак того, что пива нет. А вот корзинщик несет огромную гору своей продукции. Вязанка дров — тоже на голове.

Мы обгоняем носилки, которые четверо африканцев несут, положив на плечи, в них лежит человек. Передние носилки все время делают встречным знак, чтобы перешли на другую сторону дороги. Это оспа. Мы только что миновали кордон, где у нас проверили медицинские сертификаты.

Справа открылась величественная картина на вулкана Нсира-Гонга. Из огромного низкого и широкого конуса вырос второй, более высокий. Так и стоят они: вулкан в вулкане. Скоро мы спустились вниз, к берегу озера Киву, где на берегу приютился маленький курортный городок Кисенги. Озеро Киву — одна из жемчужин Африки. Температура воды круглый год около двадцати двух градусов, а воздуха немногим больше. Чудесный пляж, и, что самое главное, в озере нет крокодилов, а вода идеально чиста и прозрачна. Возникло озеро совсем

недавно — несколько тысяч лет назад, когда лавовый поток на высоте почти полторы тысячи метров над уровнем моря перерогородил речную долину. Озеро богато рыбой, оно пресное.

Снова мы в дороге. Едем в Кибве вдоль рифтовой долины, которая сейчас занята озером Кибве. Дорога трудная, выется мелким серпантинком по крутым склонам гор. Машин в Руанде мало, за день мы встретили не более десятка. Дорога узкая и обсажена скаливыми, иногда открывается вид на озеро Киву, красивые фиорды, которые возникли при затоплении речных долин, множество мелких островков создают очень живописный пейзаж. В Руанде почти нет ровных плато. Страна вся изрезана глубокими долинами.

Руандийцы очень приветливы, в отличие от угандийцев охотно фотографируются, приветствуют проходящие машины поднятой рукой. Южная часть Руанды населена меньше, чем северная. Это заметно уже по склонам — далеко не все распаханы и обработаны. Селения тяготеют больше к долинам. Трава уже не такая сочная, местами порывшаяся и выгоревшая.

Но вот, наконец, и сворот в Бурунди. Дорога отвратительная, а наша машина с каждым днем все больше загружается. Тяжелые образцы, которые собирают наши геохимики — Герасимовский и Поляков, — все сильнее и сильнее сгибают рессоры у «джипа». Если мы сломаемся в дороге, то добраться до места, где нам смогут оказать помощь, будет нелегко. А у нас уже пробит глушитель, сегодня один раз отказали тормоза. Машину надо ставить на профилактику. Поэтому я волком смотрю на каждый новый образец, который отбивают геохимики. Но лавовые поля должны кончиться именно здесь, на границе Руанды и Бурунди, так что до Бужумбуры — столицы Бурунди — как-нибудь доедем.

В Бужумбуре мы разыскали начальника геологической службы, с которым познакомились в Энтеббе, и на следующий день утром получили все необходимые бумаги для проведения геологических работ. В тот же вечер мы познакомились с руководителем геологической миссии ООН, которая ведет в Бурунди поиск полезных ископаемых. Они очень заинтересовались нами, поскольку мы работали по программе ЮНЕСКО.

На то время, пока наш «джип» в ремонте, миссия ООН дала нам свою машину, чтобы мы могли передвигаться по городу и ездить в небольшие маршруты.

Мы получили приглашение посетить бастенизитовые рудники бельгийской компании. Бастенизит — это минерал, содержащий редкоземельные элементы — лантаниды. В мире только два рудника, где содержание этих редкоземельных элементов достигает концентрации, выгодной для эксплуатации: один в США, другой здесь, в Бурунди. Попасть на рудники может не всякий. Но тут сам директор пригласил нас осмотреть предприятие и остаться на обед.

Два часа по трудной горной дороге привели нас на водораздел. Со склона горы

виднелись огромные ступенчатые карьеры, словно вывернутые наизнанку египетские пирамиды. Директор встретил нас чрезвычайно любезно, сопровождал в карьер, показывал, где находится максимальная концентрация бастенизита. Конечно, минералогия — вещь интересная. Но то, что мы увидели в карьерах, а позже в шахтах, привело нас в ужас: какие-то римские шахты времен рабовладельческого строя. Почти никакой механизация — все эти гигантские карьеры выкопаны вручную. Единственная механизация — это ручная откатка породы со дна карьера. На ступеньках карьера копошатся маленькие фигурки с лопатами и кирками, выколупывающие руду. Недавно здесь произошел обвал, при котором погибло несколько рабочих. Стенки карьера, несмотря на ступенчатость, очень неустойчивы, а при вертикальном залегании пород становятся смертельно опасными. Никаких намеков на технику безопасности нет. Трудно даже представить, что в наше время существуют такие производства.

На обогатительной фабрике почти такая же безрадостная картина. Только процентов двадцать породы перерабатывается механизмами, все остальное — вручную. Промывочные ящики, подвешенные на длинных рычагах, качали рабочие, мерно и ритмично наступая на один из концов рычага. Под навесом сидела дюжина ребятишек и вручную перебирала рассыпанную перед ними породу, выбирая из нее крупницы бастенизита. Ребяткам было от восьми до двенадцати лет. Я спросил, сколько им платят за эту работу. Оказалось, что два-три франка в день (100 франков = 1 рублю). Мы не смогли сдержать возмущения. Директор оправдывался тем, что разработки на грани убыточности, а так они все-таки обеспечивают триста африканцев работой, без которой те влачили бы совсем жалкое существование.

Меня интересовал и другой вопрос: как решился директор бельгийской компании пригласить нас сюда. Ведь он отлично знал,

что его предприятие — позорнее зрелище. Недаром на эти рудники не пускают ни корреспондентов, ни просто любознательных. Объяснение простое — среди нас были прекрасные минералоги-геохимики. Он рассчитывал на их советы о перспективности месторождения...

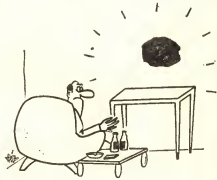
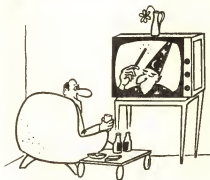
Мы покидали Бужумбурю рано утром, до границы нас провожала машина с голубой эмблемой Объединенных Наций на борту. Рекогносцировка в Руанду и Бурунди заканчивалась. Нам предстояло заехать еще в Кигали — столицу Руанды, которую мы миновали на пути в Бурунди, представиться властям, побывать в нашем посольстве. Ехали с максимальной скоростью, часто глубокой ночью, цель нашего путешествия — рифтовая долина — оставалась позади. «Джип» после ремонта в Бужумбуре, где ему сменили две рессоры и основательно подштопали, бежал резво, несмотря на груз, который ему пришлось тащить на себе. Уже на следующий день, проехав Руангеру, мы были в Кисоро и там соединились с остальной частью нашей экспедиции.

Прошло несколько лет, собранные материалы обработаны в лабораториях институтов и университетов. Вышли сотни статей, готовятся к печати толстые монографии. Доклады сотрудников экспедиции слушались на международных конференциях, посвященных верхней мантии Земли. Вышел фильм «Экспедиция в Восточную Африку». Готовятся экспедиции по новому международному «Геодинамическому проекту». Но для всех нас навсегда останутся в памяти месяцы, проведенные в просторах Восточной Африки, замечательной стране с дружелюбным народом и удивительной природой. Мы не первые, кто от всего сердца полюбил эту страну и ее славный народ.

Энтеббе — Москва — Владивосток.

● ПО РАЗНЫМ ПОВОДАМ — УЛЫБКИ

БЕЗ СЛОВ.



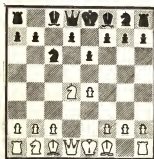
● Ш А Х М А Т Ы  
БЕЗ ШАХМАТ

Комментирует  
гроссмейстер  
Владимир ЛИБЕРЗОН.

Партия № 1  
В. ЛИБЕРЗОН —  
Л ПОРТИШ

(Международный турнир в  
Ереване, 1965 г.)

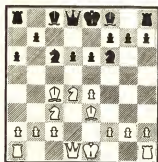
- |            |        |
|------------|--------|
| 1. e2—e4   | c7—c5  |
| 2. Kg1—f3  | e7—e6  |
| 3. d2—d4   | c5: d4 |
| 4. Kf3: d4 | Kb8—c6 |



- |           |        |
|-----------|--------|
| 5. Kb1—c3 | d7—d6  |
| 6. Cc1—e3 | Kg8—f6 |
| 7. Cf1—e4 | ...    |

С перестановкой ходов возник вариант в сицилианской защите, предложенный талантливым советским мастером В. Созиным. Нынешний чемпион мира Р. Фишер с удовольствием играет его и белыми и черными.

7. ... a7—a6



- |           |        |
|-----------|--------|
| 8. 0—0    | Фd8—c7 |
| 9. Cc4—b3 | Kc6—e5 |

- |            |        |              |          |
|------------|--------|--------------|----------|
| 10. Фd1—e2 | Ke5—g4 | 16. Лf1: f7! | Kpe8: f7 |
| 11. f2—f4  | ...    | 17. Kc3—e4   | Фc5: e5  |

Не теряя времени, белые начинают наступление в центре. Размен чернополюсного слона не играет роли, так как их главная атакующая фигура — белопольный слон.

11. ... Kg4: e3

Немедленный размен ошибочен: следовало играть 11...Ce7 12. Лад1 K: e3 (иначе Cc1) 13. Ф: e3 0—0.



- |             |         |
|-------------|---------|
| 12. Фе2: e3 | Фс7—c5  |
| 13. Ла1—d1  | Cf8—e7? |

После этого черные попадают под сильную атаку; лучше было 13... e5 14. Kf5 ef 15. Л f4, правда, и в этом случае у белых явный перевес.

- |            |        |
|------------|--------|
| 14. e4—e5  | d6: e5 |
| 15. f4: e5 | Kf6—d7 |

Ничуть не лучше 15... Kg4 16. Фg3 h5 17. Лfе1 с последующим h3.

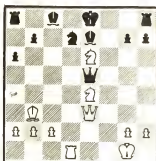


17. ...Фb6 18. C: e6 + Kpe8 19. Kd6 + C: d6 20. ed не могло устроить черных.

18. Kd4: e6 ...

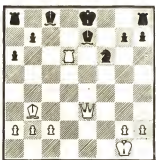
Проще выигрывало 18. Kf3! Фa5 19. Kd6 + Kpf8 20. Ф: e6 Kc5! 21. K: c8 Фc5— 22. Kph1 Ф: c8 23. Ф: e5 с решающими угрозами.

18. ... Kpf7—e8



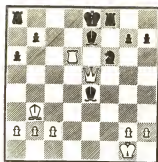
- |              |         |
|--------------|---------|
| 19. Лd1—d5   | Фe5: e6 |
| 20. Ke4—d6 + | Фe6: d6 |
| 21. Лd5: d6  | Kd7—f6  |

Черные имеют материальный перевес, но их фигуры неразвиты, а король в опасности.



- |            |        |
|------------|--------|
| 22. Лd6—d2 | Cc8—f5 |
| 23. Фе3—e5 | Cf5—e4 |

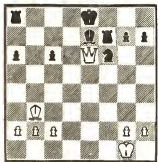
Иначе, конечно, Ле2. Здесь выигрывало 24. g4 h6 и далее как в партии. 24. Лd2—d6 Лh8—f8



25. Лd6—e6 Лf8—f7  
26. Лe6—b6 Сe4—c6?

Спасало 26... Сd5! 27. С: d5 К: d5 и невозможно 28. Ф: d5 из-за 28... Лd8 29. Фh5 Сс5+! с матом. Теперь видно, почему нужно было включить ход g4 — король получал отдушину, и белые выигрывали.

27. Лb6: c6! b7: c6  
28. Фе5—e6. Черные сдались.

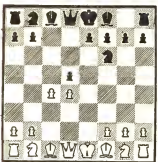


## Партия № 2

Я. ЭСТРИН —  
В. ЛИБЕРЗОН

(Первенство Москвы,  
1959 г.)

1. e2—e4 c7—c6  
2. d2—d4 d7—d5  
3. e4: d5 c6: d5  
4. c2—c4 Кg8—f6



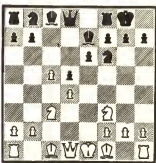
5. Кb1—c3 ...

Атака Панова в защите Каро-Канн нередко ведет к бурным осложнениям уже в дебютной стадии.

5. ... e7—e6  
6. Кg1—f3 Cf8—e7  
7. c4—c5 ...

Уже в дебюте белые готовят наступление на ферзевом фланге.

7. ... 0—0



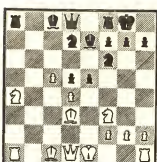
8. Cf1—d3 b7—b6  
9. b2—b4 a7—a5  
10. Кc3—a4 Кb8—d7!

Выясняется, что у белых затруднения: нельзя 11. c6 С: b4+, лучше всего было 11. Сf4 ab 12. c6 Кс5! 13. dc bc с очень сложной игрой — за фигуру у черных три пешки при сильном центре.



11. a2—a3 a5: b4  
12. a3: b4 b6: c5  
13. b4: c5 e6—e5!

Черные вскрывают центр, пока белый король не рокирован, а конь связан.

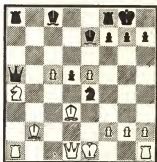


14. Кf3: e5 Кd7: e5  
15. d4: e5 Кf6—e4

Критический момент — после 16. 0—0 К: c5 17. Сс2 d4 у черных перевес, поэтому белые ошибочно решили, что надо избавиться от связи по линии «a».

16. Сс1—b2? Фd8 —a5 +!

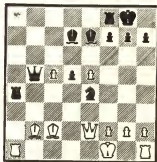
Выясняется, что невозможно 17. Кс3 К: 3 18. С: h7 + Крh8! 19. Фh5 Ка4 + 20. Крf1 Фа6 + 21. Cd3 + Фh6!



17. Крe1—f1 Сс8—d7

Положение белых проиграно, например, 18. С: e4 С: a4 19. Ф: d5 Сb5+ 20. Cd3 Ф: a1 + или 18. Кb6 Ф: c5 19. С: e4 Ф: b6.

18. Cd3—c2 Фа5—b5+  
19. Фd1—e2 Лa8: a4!



20. Сс2: a4 Ке4—d2+  
21. Крf1—e1 Фb5: b2

Белые сдались.

### ШЕСТЬ КОРОБОК

#### Задача I

На фото 1 изображен наиболее распространенный вариант решения задачи. Решение «кольцо» легко достигается простым логическим рассуждением.

Более необычное решение показано на фото 2. Тот, кому удалось его получить, может поздравить себя с обладанием определенной гибкости, нестандартности мышления. Это решение практически не может быть получено на основе случайного перебора. Оригинальность заключается в снятии, казалось бы, очевидного самоограничения: искать решение в пределах замкнутой группы объектов.

Однако второй способ применим только в случае шести коробок, в то время как первый вариант применим для любого числа объектов. Обычно более предпочтительным считается метод, обладающий большей универсальностью.

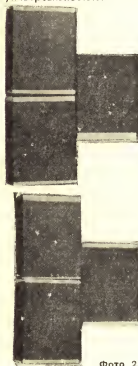


Фото 2.

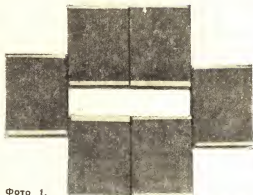


Фото 1.

#### Задача II

При решении возможно использование различных методов. Вариант, представленный на фото 3, может быть получен методом последовательных изменений. В данном случае он состоит в следующем. За исходное расположение объектов принимается вариант, представленный на фото 1. Решение осуществляется в два этапа: вначале составляют четыре коробки так, чтобы каждая касалась двух; затем присоединяют две оставшиеся коробки таким образом, чтобы каждая касалась трех (фото 3).

Более изящное решение довольно легко получается из второго варианта решения задачи I — фото 4.



Фото 5.

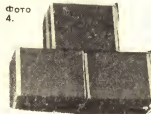


Фото 4.



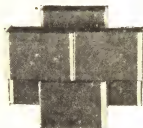
Фото 3.

#### Задача III

Решение, представленное на фото 6, легко получается из решения предыдущей задачи, которое, в свою очередь, следовало из решения задачи I. Все три решения основаны на использовании групп из трех коробок, что является общим принципом решения этих задач. Тот, кто почему-либо не использовал этот принцип, мог прийти к варианту решения, показанному на фото 7.

Еще один вариант представлен на фото 5.

Фото 6.





# Задача IV



Фото 7.

Это не простая задача. Если справиться с ней удалось быстро, то можете считать это определенным успехом. Решая данную задачу, следует обратить внимание, что по ее условию любой вариант расположения коробок, в котором есть хотя бы одна пара не касающихся друг друга, должен быть сразу отброшен. Проверка выполнимости этого логического ограничения по ходу решения значительно сокращает количество лишних попыток (фото 8).

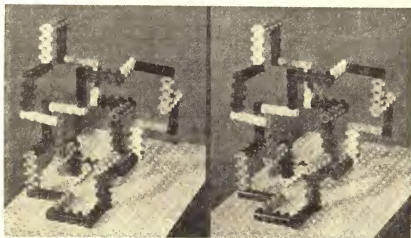


Фото 8.

## ДЛИННАЯ МОЛЕКУЛА

На фото воспроизведено решение задачи, которое найдено проф. М. Дельбрюком. Цепочка состоит из 36 звеньев. Напоминаем, что цепочка эта, возможно, не самая короткая — это надо еще доказать либо опровергнуть. Мы соорудили ее из элементов детского пластмассового конструктора «Гордон-пластик» (ГДР), купленного в магазине «Детский мир», но можно соорудить модель, например, из спичек и маленьких деревянных кубиков — это будут узлы, — напильных из реек квадратного сечения. Снимок стереоскопический. Чтобы увидеть объемное изображение, надо рассматривать его в стереоскоп. Однако это не обязательно, и наши постоянные читатели знают, что в этом случае делают: журнал время от времени помещает стереоснимки. Для наших новых читателей мы повторим объяснение. Итак, чтобы увидеть объемное изображение без стереоскопа,

надо слегка развести глаза, то есть смотреть как бы сквозь фотографию, вдаль. Правый глаз при этом будет видеть правую фотографию, а левый — левую, а картинки сольются в одну — объемную. Поначалу это может не получиться. Попробуйте тогда сделать так: поднесите журнал чуть ли не к носу (переносица должна быть точно по разделительной линии стереопары), вы увидите совмещенное изображение. Оно будет нерезким. Не нарушая положения разделительной линии по отношению к переносице, медленно отодвигайте журнал от глаз до тех пор, пока совмещенное изображение не станет резким. Чтобы не мешали появляющиеся при этом два побочных изображения, к переносице можно приставить разделительную планку-картонку так, чтобы правый глаз не видел левого изображения, а левый — правого.



# ВЕТРЕНИЦА БЕЛАЯ

Фенолог А. СТРИЖЕВ.

«Весна, долго задерживаемая холодами, вдруг началась во всей красе своей, и жизнь заиграла повсюду. Уже заголубели пролески, и по свежнему изумруду первой зелени зажелтел одуванчик, лилово-розовый анемон, лиловыми нежными головку». Эти вдохновенные слова Николая Гоголя из второго тома «Мертвых душ» вспоминаются в каждый весенний май, во время пролога зеленой весны. Пройдешь таким днем не одетой дубравой и поразишься: нругом два неба. Одно сверху, голубое с шапками облаков, другое внизу — из первоцветов. Голубые пролески и лилово-розовые анемоны бывают так многочисленны, что кажутся сплошными красочными мазками небесских тонов. А там на каждом шагу заметишь и желтый гусиный лук, и сиреневые хохлатки, и фиалки.

Все эти подснежники приурочивают свой жизненный цикл к светлой фазе леса. Но поскольку она непродолжительна, то и цикл роста таких ранних весенних трав весьма краток. За успешное развитие растений эти названы в ботанике эфемерами. Сигналом к зацветанию им служит температура воздуха: венчики начинают раскрываться уже при 6—7 градусах тепла. Недаром в затинную январскую оттепель 1925 года несвоевременное тепло приветствовали именно эфемеры: на лесных проталинках голубая пролеска попадала даже севернее Пскова. Сигнал первоцветы в самые теплые часы суток, с 10 до 17 часов.

Один из самых замечательных каших подснежников — ветреница белая (Алетопея белая). Призматические зеленые стебли с рассеченными тройчатыми листьями, крупные лилово-розовые цветы, поднятые на длинных ножках, изысканный запах, вобравший в се-

бя всю прелесть весеннего благоухания, делают ветреницу с анемоном запоминающейся, радостной. За неделю, пока распускается ветреница в лесу, лепестки ее лишь поначалу бывают в лилово-розовых разводах, основное же время венчики выглядят чисто белыми. Так что в приведенном литературном отрывке Гоголя «лилово-розовый анемон» касался только что раскрытые цветы. Лиловость, как и зеленость лепестков, у ветреницы с возрастом пропадает. Мимолетна эта улыбка не одетой весны. Не успеют отпасть белые венчики, а на стеблях уже торчат ежики плодов. Менее месяца держатся они на материнском обеспечении. Стоит в лесу загудеть зеленому шуму листьев, и стебли белой ветреницы пожелтеют, отомрут. Жизнь эфемера быстротечна, а плод и на земле созреет. Когда же придет молодое лето, от милой душистой травы не останется и следа. И только распластанные в земле корневища да мелкие семена с зачаточным цветоносом стеблем затаят в себе жизнь до поры до времени.

Ветреницу белую справедливо называют дубравным реликтом. Ведь она была спутницей широколистного леса еще в доледниковую пору, когда климат теперешних умеренных широт отличался мягкостью и повышенной влажностью. Под напором ледника дубравы отступили на юго-западные склоны, а с южными склонами спутниками и пережидали эпоху оледенения. Затем, полагая ботаники, с исчезновением ледника дуб было вытеснено, заняв свои старые места на высоких широтах, да не тут-то было. Препятствовал недостаток тепла — климат стал холоднее, чем был до оледенения, мешала и ель, вытесненная новыми условиями на первое место.

И все-таки дуб не сдавал-

ся. В борьбе против ели рядом с ним оказались и клен, и вяз, и липа, и густой подлесок из широколиственных кустарников, и травы. Как осень, сбросит эта зеленая дружина свои летние доспехи наземь, и, глядя, что из листьевного покрова крепко-накрепко уползнула лесная подстилка. Через такую преграду никаким мхам не пробиться, а ведь именно мхи защищают ель. Вот почему и в хвойных лесах нет-нет да и попадется дубрава, украшенная сообщниками по извечной борьбе. Вообще-то реликтовые дубовые леса образуются на севере Черноморья, хотя порою эта может простирается и далее, до крайней границы плодородия. За этой границей дубы растут, но без естественного возобновления.

Итак, белая ветреница, сопровождая дуб во всех келегных походах, казалось, должна остаться верной только ему. Но этого не случилось. Где больше всего бывает ветреницы? В сырых ельниках! Именно там попадаются сплошные белые заросли этой травы, имеющие до пятистой и более стеблей на квадратный метр. Много ветреницы в смешанных и березовых лесах, в ольшаниках, по берегам лесных рек.

Как могло статься, что светлолюбивая ветреница смирилась с хмурыми хвойниками? Оказывается, в местах, где ель победила и вытеснила белую ветреницу, предпочло сосуществование изгнанию, выжила и до сих пор процветает на своей родной земле. Весной, когда с безоблачного неба властно льются солнечные лучи, в хвойниках становится так светло, что эфемеры вовремя успевают завершить свой жизненный цикл: от цветения до плодоношения. И все же в таком сообществе у ветреницы не было блестящего будущего: вторичная связь с ельниками непрочна. Достаточно снарядить, что травка наша разбросана в почвах и чувствует себя хорошо лишь на тучных, плодородных почвах. В борах пережной

Главный редактор В. Н. БОЛХОВИТИНОВ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕИ (зам. главного редактора), И. И. АРТОВЛЕВСКИЙ, О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. М. ГЛУШКОВ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. стр.), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, И. К. ЛАГОВСКИЙ (зам. главного редактора), Л. М. ЛЕОНОВ, А. Г. МИХАЙЛОВ, В. И. ОРЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35 и 223-21-22, массовый отдел — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18. Рукописи не возвращаются.

Сдано в набор 15/III 1972 г. Т 01700. Подписано к печати 2/IV 1973 г. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Объем 14,7 усл. печ. л. 20,25 учетно-изд. л. Тираж 2 850 000 экз. (1-й завод: 1 — 1 700 000). Изд. № 452. Заказ № 3866.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, Москва, А-47, ГСП, ул. «Правды», 24.



не наиплываается, нислый отпад обедняет материнский слой земли, порождает судные подзолы.

Но и тут у ветреницы нашлась защита, на этот раз в лице человека. Вырубая хвойные леса, человек значительно облегчил широколиственным деревьям их вторжение в пределы, ранее почти недосигаемые. Дождавшись своих старинных покровителей, ветреница нан бы освобождается из плена, в котором она пребывала неслию тысячелетий.

Но пона граница обитания дубравной ветреницы осталась традиционной. Снажем, в Подмосиовье, где тан много в начале мая вяжется бунетов из этой трогательной травни, цветои по-прежнему добывают в юго-западных пределах области. Лет сорон пять назад известный русский ботаник В. В. Алехин вместе со студентами исходил 950 километров подмосиовскими лесами, чтобы определить ареал произрастания дубравного реликта. Уже тогда выяснилось, что белая ветреница — по преимуществу западное растение. И типично оно лишь для широколиственного леса — дубового, грабового или другого с опадающей листвои.

Кроме обаятельного облика, белая ветреница обладает и некоторыми целебными свойствами. Из ее

травы, например, добывали острого влуса наифору — аиемональ. Но вообще-то этот представитель ядовитого семейства лютиновых значительного холястленного применения не заслужил. Правда, в народной медицине ветреница белая употреблялась от золотухи, ревматизма, зубной боли: ею же выводили паршу на голове. Но с изобретением более надежных лекарьств иадобность в траве ии-то сама собой отпала, и теперь весеннее уиращение дубрав разве что в почете у цветочниц.

Местные названия ее очень метки: лесной одномеслячник — указывает на поспешное развитие эфемера, белоцвет — прозрачный намет на распрасну венчиков, веснуха — дано за привязанность и весенней поро. Научное название «анемона» происходит от слова ветер, то есть растение не боится ветра. Будто и вправду наперенор не в меру свежим ветрам появляются ее сочные, уиращенные душистыми цветками стебельки. Берегите их от грубого вторжения и разграбления, трава эта достойна нашего покровительства...

Ветреница белая. На рисунке: общий вид растения, корневище с побегом, цветои, соплодие и плод в разрезе.





На Блоссомское лежбище острова Врангеля в сентябре выходят десятки тысяч моржей для короткого отдыха перед дальней дорогой в Берингово море (см. статью на стр. 131).

